



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

NÚCLEO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO MACROZOOBENTOS EM
MANGUEZAIS DE UMA ILHA COSTEIRA AMAZÔNICA**

KAROLINA DA CONCEIÇÃO ROCHA

BELÉM-PA

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

NÚCLO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO MACROZOOBENTOS EM
MANGUEZAIS DE UMA ILHA COSTEIRA AMAZÔNICA**

KAROLINA DA CONCEIÇÃO ROCHA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia Aquática e
Pesca da Universidade Federal do Pará,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestra em Ecologia Aquática
e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco
Coorientador: Prof. Dr. Cleverson R. M. dos
Santos

BELÉM-PA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R672d Rocha, Karolina da Conceição.
Distribuição espacial e temporal do macrozoobentos em
manguezais de uma ilha costeira amazônica / Karolina da
Conceição Rocha. — 2025.
93 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Petracco
Coorientador(a): Prof. Dr. Cléverson Ranniéri Meira dos Santos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo
de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia, Programa de Pós-
Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2025.

1. Habitats costeiros. 2. Estuário. 3. Substrato
inconsolidado. 4. Invertebrados bentônicos. 5. Estrutura do
habitat. I. Título.

CDD 577.82

KAROLINA DA CONCEIÇÃO ROCHA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO MACROZOOBENTOS EM
MANGUEZAIS DE UMA ILHA COSTEIRA AMAZÔNICA**

DATA DE DEFESA: 20 de fevereiro de 2025

CONCEITO: Excelente

Prof. Dr. Marcelo Petracco – Orientador
Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará - UFPA

Prof. Dr. Cleverson R. M. dos Santos – Coorientador
Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Prof.^a Dra. Virág Venekey – Membro interno
Universidade Federal do Pará – UFPA

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho – Membro externo
Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Thuareag Trindade dos Santos – Membro externo
Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

BELÉM-PA

2025

A minha mãe, por uma vida dedicada à criação dos filhos.

(A fé na vitória tem que ser inabalável)

O Rappa

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe que dedicou sua vida à criação dos filhos. Exemplo de amor, força e perseverança. Obrigado por ser seu amor, confiança, incentivo e paciência.

Agradeço ao meu irmão, por ser meu companheiro até mesmo na de jornada acadêmica, agradeço por seu amor e incentivo.

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Marcelo Petracco e Prof. Dr. Cleverson Santos pelas experiências e conhecimentos compartilhados, mas principalmente pela confiança e oportunidade oferecida que contribuiu para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço a Prof.^a Dra. Daiane Aviz, por participar do desenvolvimento desta etapa, sempre solicita e paciente. Agradeço também a Mayara Cardoso, colaboradora querida, sempre disposta a ouvir e ajudar.

Ao Laboratório Invertebrados Aquáticos – MPEG, meu querido laboratório, pela estrutura disponibilizada. Agradeço a Victoria Dias, bolsista de Iniciação Científica no MPEG, que atuou em diversas etapas deste projeto. Por fim, agradeço aos meus companheiros de laboratório e a equipe de campo (motoristas, barqueiros e demais colaboradores) que participaram das coletas de campo.

Aos colaboradores do Centro de Ciências da Terra e Ecologia e Laboratório de Ecologia de Solos – CCTE-MPEG, pela estrutura disponibilizada para as análises granulométricas;

A Prof.^a Dra. Virág Venekey e o Dr. Erivaldo Baia, do Grupo de Estudos em Nematoda Aquático (GENAQ) do Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho (LAPMAR-UFPA), que gentilmente me receberam e auxiliaram na identificação dos nematoides.

Aos meus familiares e amigos, que torceram por meu sucesso.

A Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, personificados por seus professores e diversos colaboradores, por minha formação e desenvolvimento profissional.

À Coordenação de Formação de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo, que possibilitou e estimulou minha permanência no mestrado.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste projeto.

APRESENTAÇÃO

A dissertação foi elaborada contendo um texto integrador, o artigo científico, que corresponde ao Capítulo 1, e conclusões gerais. Esta organização obedece ao Regimento Geral do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Resolução nº 4.782/2016 (Art. 66).

O texto integrador corresponde a Introdução Geral, na qual são apresentados os principais aspectos relativos aos manguezais e a região amazônica, acrescida de uma breve revisão sobre o atual estado de conhecimento sobre os macrozoobentos na região e os fatores relacionados a sua distribuição. Além da Introdução Geral, são apresentados os Objetivos, Hipóteses e uma Metodologia Geral, com descrições detalhadas dos protocolos aplicados em campo e laboratório.

O Capítulo 1 consiste na apresentação do artigo que será submetido ao periódico “*Regional Studies in Marine Science*” e apresenta os resultados obtidos, com as descrições das variações identificadas nos fatores ambientais e na estrutura do macrozoobentos de manguezais da ilha de Algodão-Maiandeuá, localizada na costa amazônica brasileira. A formatação seguida no Capítulo 1 corresponde as normas para publicação no referido periódico.

A última seção apresenta as principais Conclusões Gerais da pesquisa e Perspectivas para estudos futuros em manguezais amazônicos.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUÇÃO GERAL	16
II. HIPÓTESES	20
III. OBJETIVOS.....	21
Objetivo geral	21
Objetivos específicos.....	21
IV. METODOLOGIA GERAL	22
Área de estudo	22
Procedimentos em campo.....	23
Procedimentos em laboratório	25
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
VI. CAPÍTULO 1.....	33
1. INTRODUÇÃO	34
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1. Área de estudo	36
2.2. Procedimentos de campo	36
2.3. Procedimento em laboratório	38
2.4. Análise de dados	39
3. RESULTADOS.....	40
3.1. Variáveis ambientais	40
3.2. Comunidade macrobentônica.....	44
4. DISCUSSÕES.....	57
5. CONCLUSÕES	62
6. REFERÊNCIAS.....	62
VII. CONCLUSÕES GERAIS E PESPECTIVAS	72
VII. MATERIAL SUPLEMENTAR - CAPÍTULO 1.....	73

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da área de estudo, ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Pontos em preto indicam os pontos de coleta nos canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho). Imagem dos canais: (A) Furo da Mocoóca; (B) Furo Velho. Fonte: Mayara Cardoso, 2023 22
- Figura 2.** Esquema de amostragem da macrofauna bentônica em diferentes zonas (NV: zona não vegetada; VG: zona vegetada) em dois canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho: ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil). Fonte: Autora, 2024..... 24
- Figura 3.** Procedimento de coleta da macrofauna com amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro) na Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Fonte: Autora, 2023..... 25
- Figura.4.** Procedimento para preparo das amostras para análise de granulometria. (A) Combustão química de matéria orgânica com solução Peróxido de Hidrogênio a 10%. (B) Amostras após a combustão química. (C) Amostras lavadas com água deionizada para retirada do sal e matéria orgânica. (D) Pesagem das amostras para as peneiramento seco e úmido. (E) Peneiramento úmido para retirada dos finos (silte e argila). (F). Peneiramento a seco dos sedimentos grosseiros. Fonte: Autora, 2024..... 26
- Figura.5.** Procedimento para preparo das amostras para determinação de teor de matéria orgânica. (A) Pesagem do conjunto (cadinho + amostra). (B) Conjunto antes da secagem em estufa. (C) Conjunto pós secagem em estufa. Fonte: Autora, 2024. 27
- Fig.1.** (A) Mapa da área de estudo, ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Pontos em preto indicam os pontos de coleta nos canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho). (B) . Esquema de amostragem da macrofauna bentônica em diferentes zonas (NV: zona não vegetada; VG: zona vegetada) em dois canais estuarinos (imagens dos canais: Furo da Mocoóca e Furo Velho). MBS= linha de maré baixa de sizígia. Fonte: Autora, 2024..... 37
- Fig. 2.** Precipitação pluviométrica (precipitação mensal acumulada) registrada de agosto de 2022 a julho de 2023 no município de Marapanim, Costa Amazônica do Brasil. Setas indicam os meses de amostragem..... 40

Fig. 3. Valores médios ($\pm$ erro padrão) das variáveis ambientais da água para canais estuarinos da ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. STD = sólidos totais dissolvidos; OD = oxigênio dissolvido. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre períodos ($A \neq B$) e canais ($a \neq b$).41

Fig. 4. Percentuais de Classes de tamanho de grãos e Matéria orgânica da composição granulométrica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil..42

Fig. 5. Abundância relativa (%) de grupos taxonômicos da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil.45

Fig. 6. Abundância relativa (%) de modos de vida (A) e guildas alimentares (B) da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Outros: ectoparasitas, herbívoros e suspensívoros.46

Fig. 7. Valores médios ($\pm$ erro padrão) de densidade (ind. m⁻²) (A), riqueza (B) e diversidade de H'(loge) (C) da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Letras indicam diferença significativa entre períodos ($A \neq B$), canais ($a \neq b$). * ($p < 0,05$).48

Fig. 8. Gráficos de Análise de Componentes Principais (PCA) baseados na macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período seco. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.....51

Fig. 9. Gráficos de Análise de Componentes Principais (PCA) baseados na macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período chuvoso. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.52

Fig. 10. Gráficos de Análise de redundância baseada na distância (dbRDA) para estrutura da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG:

vegetada) no período seco. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal. ..55

Fig. 11. Gráficos de Análise de redundância baseada na distância (dbRDA) para estrutura da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período chuvoso. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal. ..56

LISTA DE TABELAS

- Tab. 1.** Valores médios ($\pm$ erro padrão) das características granulométrica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Letras indicam diferença significativa entre períodos ($A \neq B$), canais ($a \neq b$) e entre zonas ($c \neq d$). * ($p < 0,05$)42
- Tab. 2.** Resultados da análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) para comparações da estrutura (taxonômica e funcional) das assembleias da macrofauna bentônica entre os fatores espaciais (canais e zonas) e temporal (períodos sazonais). Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil* ($p < 0,05$). 48
- Tab. 3.** Contribuição dos táxons para as similaridades da macrofauna bentônica e canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. As espécies que contribuíram com aproximadamente 50% da similaridade são apresentadas em ordem crescente de sua contribuição. Densidade = densidade média + erro padrão; Sim. média = Similaridade média; DP = Desvio padrão; Contrib. = Contribuição para a similaridade média; Cumul. = Contribuição acumulada. C = Crustacea; I = Insecta; O = Oligochaeta; P = Polychaeta.52
- Tab. 4.** Melhores modelos lineares baseados na distância (DistLM) ajustados entre a estrutura da macrofauna e as variáveis ambientais. Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil.53

RESUMO GERAL

Os manguezais ocupam uma ampla parcela da costa amazônica, oferecendo diversos serviços ecossistêmicos, que inclui a alta produtividade e geração de habitat para diversas espécies. A macrofauna bentônica é um grupo abundante e diverso nos manguezais, com distribuição influenciada por diversos fatores, como salinidade e as características do sedimento, que podem ser modificadas pela presença da vegetação. O presente trabalho teve como objetivo descrever as variações espaciais e temporais da comunidade macrobentônica de substratos inconsolidados de manguezais da ilha de Algodual–Maiandeuá, Nordeste do Pará. As amostragens foram realizadas em duas campanhas, uma no período seco (novembro/2022) e outra no chuvoso (maio/2023), em áreas de manguezais de dois canais estuarinos, Furo da Mocoóca (mais largo e retilíneo) e Furo Velho (mais estreito e sinuoso). Em cada canal, foram determinadas duas zonas de coleta (não vegetada e vegetada), e em cada zona, foram determinados quatro pontos de coleta, nos quais foram retiradas quatro amostras biológicas (macrozoobentos) com auxílio de um amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro) enterrado a uma profundidade de 20 cm no substrato. Paralelamente, ocorreu coleta de parâmetros da água e coleta de sedimento. Foram identificados 2.196 indivíduos distribuídos em 85 táxons (espécies e morfoespécies), com maior abundância de Annelida. A densidade e a riqueza da macrofauna não variaram entre os canais, somente entre zonas e períodos. De forma geral, maiores valores ocorreram na zona não vegetada e período seco. A estrutura taxonômica e funcional da macrofauna variou espacial (canais e zonas) e temporalmente. As variações espaciais da macrofauna foram associadas com as características do substrato, enquanto as sazonais, sobretudo, com a salinidade. No canal mais estreito, dominaram poliquetas e oligoquetas comedores de depósito, associados com substrato mais lamoso e com maior conteúdo orgânico. No canal mais largo, foi maior a participação formas predadoras, associados com substrato mais arenoso. Em relação as zonas, táxons de oligoquetas, crustáceos e insetos tiveram maior participações na zona vegetada. Na zona não vegetada, no geral, poliquetas (predadores e detritívoros) tiveram domínio. É provável que a presença da vegetação, embora aumente a complexidade de habitat, interfere na presença de organismos da infauna. O período chuvoso, quando a salinidade caiu significativamente no estuário, foi marcado pela redução na riqueza da macrofauna e nas densidades de crustáceos (peracáridos), contudo com aumento nas de poliquetas *Nephtys*. O presente estudo apresenta informações importantes para a compreensão da distribuição da comunidade macrobentônica de manguezais da costa amazônica, considerando suas interações com a estrutura do habitat e as flutuações sazonais dos parâmetros ambientais.

Palavras-chaves: Habitats costeiros. Estuário. Substrato inconsolidado. Invertebrados bentônicos.

ABSTRACT

Mangroves occupy a large part of the Amazon coast and provide several ecosystem services, including high productivity and habitat creation for various species. Benthic macrofauna are an abundant and diverse group in mangroves, whose distribution is influenced by several factors, such as salinity and sediment characteristics, which can be modified by the presence of vegetation. The objective of this study was to describe the spatial and temporal variations of the macrobenthic community of unconsolidated mangrove substrates on the island of Algodoal-Maiandeuá, northeast of Pará. Sampling was carried out in two campaigns, one in the dry season (November/2022) and the other in the wet season (May/2023), in mangrove areas of two estuarine channels, Furo da Mocoóca (wider and straighter) and Furo Velho (narrower and more sinuous). In each channel, two collection zones were defined (unvegetated and vegetated). In each zone, four sampling points were identified from which four biological samples (macrozoobenthos) were taken using a cylindrical sampler (10 cm diameter) buried at a depth of 20 cm in the substrate. At the same time, water parameters and sediment were collected. A total of 2,196 individuals were identified, distributed in 85 taxa (species and morphospecies), with the greatest abundance of Annelida. The density and richness of the macrofauna did not vary between channels, but only between zones and periods. In general, the highest values occurred in the non-vegetated zone and in the dry period. The taxonomic and functional structure of the macrofauna varied spatially (channels and zones) and temporally. Spatial variation in macrofauna was associated with substrate characteristics, while seasonal variation was mainly associated with salinity. In the narrower channel, grazing polychaetes and oligochaetes dominated, associated with a muddier substrate with a higher organic content. In the wider channel, predatory forms were more abundant, associated with sandier substrates. In terms of zones, oligochaete taxa, crustaceans and insects were more abundant in the vegetated zone. In the non-vegetated zone, polychaetes (predators and detritivores) were generally dominant. It is likely that the presence of vegetation, while increasing the complexity of the habitat, interferes with the presence of infauna organisms. The rainy season, when the salinity in the estuary decreased significantly, was characterized by a decrease in the richness of the macrofauna and in the density of crustaceans (peracarids), but with an increase in those of Nephthys polychaetes. This study provides important information for understanding the distribution of the macrobenthic community of mangroves on the Amazon coast, considering their interactions with habitat structure and seasonal fluctuations in environmental parameters.

Keywords: Coastal habitats. Estuary. Unconsolidated substrate. Benthic invertebrates.

I. INTRODUÇÃO GERAL

Manguezais são ecossistemas complexos, que se desenvolvem nas interfaces entre terra, rio e mar e podem ser encontrados ao longo das costas e estuários de regiões tropicais e subtropicais (SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO, 1999). Os manguezais protegem áreas costeiras contra inundações, eventos climáticos e hidrodinâmicos, estabilizando e compactando os solos contra erosão (MAROIS & MITSCH, 2015; MENÉNDEZ et al., 2020). Esses ecossistemas oferecem também outros diversos serviços ecossistêmicos, incluindo a ciclagem de nutrientes, alta produtividade biológica e são berçários naturais de várias espécies (HUTCHISON et al., 2014). Como consequência, além de assegurar a biodiversidade, tais condições favorecem o desenvolvimento pesqueiro e a sustentabilidade social (HUTCHISON et al., 2014; SOUZA et al., 2018).

Os manguezais ocupam mais de 150.000 km² em regiões tropicais e temperadas quentes ao longo da linha costeira mundial. As regiões das floresta de Sundarbans, o Delta do Níger, o sul do Papua (Nova Guiné) e a costa do Brasil juntas representam mais de 16% dos manguezais do mundo (SPALDING et al., 2010). No Brasil, os manguezais ocupam cerca de 14.000 km², e quase 80% desses total estão localizados na costa amazônica (SPALDING et al., 2010; VALE et al., 2023). A região norte brasileira abriga os manguezais mais bem conservados do mundo e com a maior linha contínua, conhecida como “Cinturão de Mangues”, localizado nos estados do Pará e Maranhão, que tem cerca de 7591 km², o que corresponde a 56,6% de todos os manguezais do Brasil (SOUZA-FILHO, 2005; NASCIMENTO et al., 2013). A região amazônica possui algumas características favoráveis ao desenvolvimento dos manguezais, como o clima quente e úmido, alta descarga fluvial, que carrega para a costa grande quantidade de sedimento lamoso, e o regime de macromarés semi-diurnas, que alcança amplitude em torno 5 m (SOUZA-FILHO, 2005; SILVA et al., 2011). Além disso, a rede complexa de canais estuarinos, que atravessam as planícies costeiras e conectam bacias estuarinas, são essenciais para a distribuição de sedimentos finos e explicam a extensão longitudinal e a continuidade do cinturão de manguezais amazônicos (GOMES et al., 2020).

Os manguezais são habitats para uma grande variedade de organismos, com destaque para os invertebrados bentônicos, que são aqueles que passam uma fase ou todo o ciclo de vida no substrato (ELEFThERIOU & MCLNTYRE, 2005). Os animais bentônicos (zoobentos) podem ser classificados pelo tamanho, como: microfauna (menores que 0,062 ou 0,044 mm), meiofauna (0,044 - 0,5 mm), macrofauna ou macrozoobentos (0,5 mm - 2 cm) e megafauna (maiores que 2 cm) (ELEFThERIOU & MCLNTYRE, 2005). As formas macrobentônicas podem ser perfurantes, escavadores ou formadores de tubo, sésseis ou sedentários, e com diversos tipos de alimentação,

que inclui formas filtradoras, comedores de depósitos, predadores, entre outros. (OLIVEIRA & MOCHEL, 1999; COLLING & BEMVENUTI, 2011).

A comunidade macrobentônica de manguezais apresenta uma ampla diversidade taxonômica, sendo possível encontrar vários grupos de invertebrados, dentre os quais os poliquetas, crustáceos e moluscos são os grupos mais comuns (GAMBI et al., 1998; ROSA FILHO et al., 2006; AVIZ et al., 2009; BRAGA et al., 2009; BEASLEY et al., 2011; BRAGA et al., 2011). A estrutura da comunidade macrobentônica de estuários e manguezais responde às características ambientais locais, com destaque para a salinidade, hidrodinâmica e propriedades do substrato, como granulometria, disponibilidade de matéria orgânica e concentração de oxigênio dissolvido (ROSA FILHO et al., 2006; SILVA et al., 2011; BRAGA et al., 2024). Além disso, é importante ressaltar que essas características ambientais são influenciadas pela morfologia estuarina local, como a forma e hidrodinâmica de canais de estuarinos, que representam as principais vias de circulação de água e sedimentos entre os estuários e áreas de manguezais amazônicos, e por meio deles ocorrem trocas de água, transporte de sedimentos, nutrientes e de biomassa (ASP et al., 2013; GOMES et al., 2020; SCHETTINI et al., 2020).

Além dos fatores abióticos, a distribuição do macrobentos dos manguezais pode estar relacionada com a vegetação (FONDO & MARTENS, 1988; CHEN et al., 2015). A presença de vegetação em áreas do entremarés aumenta a proteção e mantém a estrutura sedimentar do solo contra forças hidrodinâmicas, como ondas e correntes (BRAGA et al., 2024). Além disso, a presença da vegetação nos estuários altera o transporte e as características do substrato, propiciando o acúmulo de grãos finos e maior conteúdo orgânico, além de fornecer abrigo e micronichos para uma maior diversidade de organismos bentônicos (LANA & GUISS, 1991; 1992; KON et al., 2011; SCHETTINI et al., 2020; BRAGA et al., 2024; GOMES et al., 2025). Áreas do entremarés vegetadas podem apresentar ainda, menores valores de salinidade e temperatura, devido a menor incidência da radiação solar e evaporação (FONDO & MARTENS, 1988; SANTOS et al., 2024). Apesar de, frequentemente as áreas vegetadas exibam maior riqueza e densidade quando comparadas com áreas não vegetadas, a interação entre a vegetação e a macrofauna bentônica não é sempre positiva, uma vez que, a presença da vegetação ao modificar a estrutura do substrato, pode interferir na bioturbação, mobilidade e alimentação, limitando a ocorrência de alguns organismos (SWEETMAN et al. 2010; CHECON et al., 2017; FREITAS & PAGLIOSA, 2020).

Na costa amazônica, apesar do domínio de manguezais, estudos sobre suas comunidades bentônicas ainda são escassos e limitados a poucos estuários (KOCH & WOLF, 2002; ROSA FILHO et al., 2006; AVIZ et al., 2009; BEASLEY et al., 2010; FERREIRA et al., 2020; BRAGA

et al., 2024; AVIZ et al., 2024) e poucos estudos têm considerado o papel da vegetação na distribuição dos organismos (VENEKEY et al., 2019; BRAGA et al., 2024; SANTOS et al., 2024). Braga et al. (2024) e Santos et al. (2024), considerando os efeitos da presença ou ausência de vegetação de manguezal e/ou marismas sobre a comunidade macrobentônica, encontraram composição distinta e tendência de maior densidade e riqueza nas áreas de borda de manguezal vegetadas. Similarmente, para a meiofauna de manguezais, maiores valores de densidade e riqueza foram registrados nas áreas com vegetação (VENEKEY, et al. 2019). Esses resultados foram associados ao sedimento mais fino, maior oferta de alimento e a estabilidade do sedimento em decorrência da presença da vegetação (VENEKEY, et al. 2019; BRAGA et al., 2024).

Nas regiões tropicais, um mecanismo fundamental na variação temporal de diversos fatores abióticos são as variações sazonais da precipitação pluviométrica, principalmente na costa amazônica, com períodos chuvoso e seco bem definidos e, essas variações consequentemente, interferem na comunidade macrobentônica (MORAES et al., 2005; NEVES & VALENTIM, 2011). Na região costeira amazônica, o período chuvoso pode causar uma redução drástica da salinidade e maior entrada de mais nutrientes no estuário por meio fluxo fluvial, o que pode acarretar maiores valores de densidade e riqueza de comunidades bentônicas (AVIZ et al., 2012; FERREIRA et al., 2020; CHECON et al., 2023). Por outro lado, em muitos estuários a baixa salinidade pode causar estresse osmótico para os grupos marinhos, reduzindo a densidade e riqueza do zoobentos (AVIZ et al., 2009; SILVA et al., 2011; BRAGA et al., 2013; FERREIRA et al., 2020). Além disso, em áreas estuarinas a salinidade pode ter grande importância na distribuição espacial da comunidade macrobentônica, devido aos fortes gradientes ao longo do eixo continente-oceano (SILVA et al., 2011; SANTOS et al., 2024). Além de afetar a salinidade, padrões sazonais de pluviosidade modificam o fluxo e a entrada de sedimentos nos canais estuarinos (ASP et al., 2013; GOMES et al., 2020, 2025).

A Ilha de Algodoal–Maiandeua, está situada na costa amazônica do Brasil, constituindo uma unidade de conservação de uso sustentável do estado do Pará (Área de Proteção Ambiental – APA), que tem como um dos objetivos a manutenção da biodiversidade local (Lei Estadual Nº 5.621/1990). A APA Algodoal-Maiandeua apresenta diversos ambientes costeiros e, a comunidade bentônica da Ilha até o momento foi amplamente estudada em relação às suas praias arenosas (ROSA FILHO et al., 2011; SANTOS & AVIZ, 2018; SANTOS & AVIZ, 2021), marismas (BRAGA et al., 2011) e em recifes biológicos (ATAIDE, et al., 2014; AVIZ et al., 2019; 2021; 2022). Mesmo com manguezais bem desenvolvidos na ilha, a sua fauna bentônica, até o momento é praticamente desconhecida (AVIZ et al., 2024). Além disso, mesmo com essa ampla diversidade de habitats na APA, até o momento apenas um estudo foi realizado abrangendo diferentes

ambientes, com resultados indicando modificações significativas na comunidade bentônica entre tipos de habitat e períodos sazonais (AVIZ et al., 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo visa caracterizar as variações espaço-temporais na estrutura da comunidade macrobentônica de manguezais de dois canais estuarinos da Ilha de Algodão–Maiandeuá. Esses canais percorrem a Ilha desde sua parte estuarina (baía de Marapanim) até porção oceânica (Atlântico) e suas margens são colonizadas por manguezais bem desenvolvidos. Além da comparação entre os canais, devido suas distinções morfológicas (extensão e forma do curso), as variações da estrutura da comunidade são também investigadas em relação a influência da presença e ausência da vegetação, bem como as modificações temporais ambientais associadas ao período seco e chuvoso na região.

II. HIPÓTESES

- A estrutura (composição taxonômica e funcional, densidade e riqueza) da comunidade macrobentônica varia entre áreas vegetadas e não vegetadas, esperando-se distinta composição entre áreas e menores valores de densidade e riqueza de táxons nas áreas não vegetadas, por serem mais expostas a variações dos fatores ambientais;
- A estrutura (composição taxonômica e funcional, densidade e riqueza) da comunidade macrobentônica varia entre os canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Velho), uma vez que esses apresentam morfologias distintas, esperando-se no Furo da Mocoóca menor diversidade faunística e menores valores de densidade e riqueza, por ser um ambiente mais hidrodinâmico e menos protegido pela vegetação;
- A estrutura (composição taxonômica e funcional, densidade e riqueza) das comunidades macrobentônicas varia sazonalmente, esperando-se distinta composição taxonômica entre períodos e que os menores valores de densidade e riqueza ocorram no período chuvoso, devido à diminuição na salinidade.

III. OBJETIVOS

Objetivo geral

Identificar as variações espaciais e temporais na estrutura das comunidades macrobentônicas em manguezais da APA Algodual-Maiandeuá, estado do Pará, Costa Amazônica do Brasil, considerando canais estuarinos de diferentes magnitudes, a presença ou não de vegetação e as variações sazonais de precipitação pluviométrica.

Objetivos específicos

- Obter uma lista de táxons macrobentônicos do entremarés, considerando áreas vegetadas e não vegetadas de dois canais estuarinos, Furo da Mocoóca e Furo Velho, da APA Algodual-Maiandeuá;
- Descrever as variações na estrutura espacial (composição taxonômica e funcional, densidade e riqueza) das comunidades macrobentônica do entremarés, considerando áreas vegetadas e não vegetadas de dois canais estuarinos, Furo da Mocoóca e Furo Velho, da APA Algodual-Maiandeuá;
- Caracterizar a variação temporal (composição taxonômico e funcional, densidade e riqueza) na estrutura da comunidade macrobentônica do entremarés de áreas vegetadas e não vegetadas de dois canais estuarinos Furo da Mocoóca e Furo Velho, da APA Algodual-Maiandeuá, considerando o período de menor (período seco) e maior precipitação (período chuvoso) pluviométrica;
- Associar as modificações da macrofauna com as variações de precipitação pluviométrica, das características da água (salinidade, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos) e do sedimento (matéria orgânica e granulometria).

IV. METODOLOGIA GERAL

Área de estudo

A Ilha de Algodoal–Maiandeua ($00^{\circ}36' S$ $047^{\circ}34' W$) está localizada na região norte do Brasil, no município de Maracanã, no estado do Pará e abrange uma área de aproximadamente 3.100,34 hectares. A porção nordeste da Ilha é voltada para o Oceano Atlântico, enquanto a oeste é banhada pela baía de Marapanim e a leste pela baía de Maracanã (SEMA, 2012) (Figura 1).

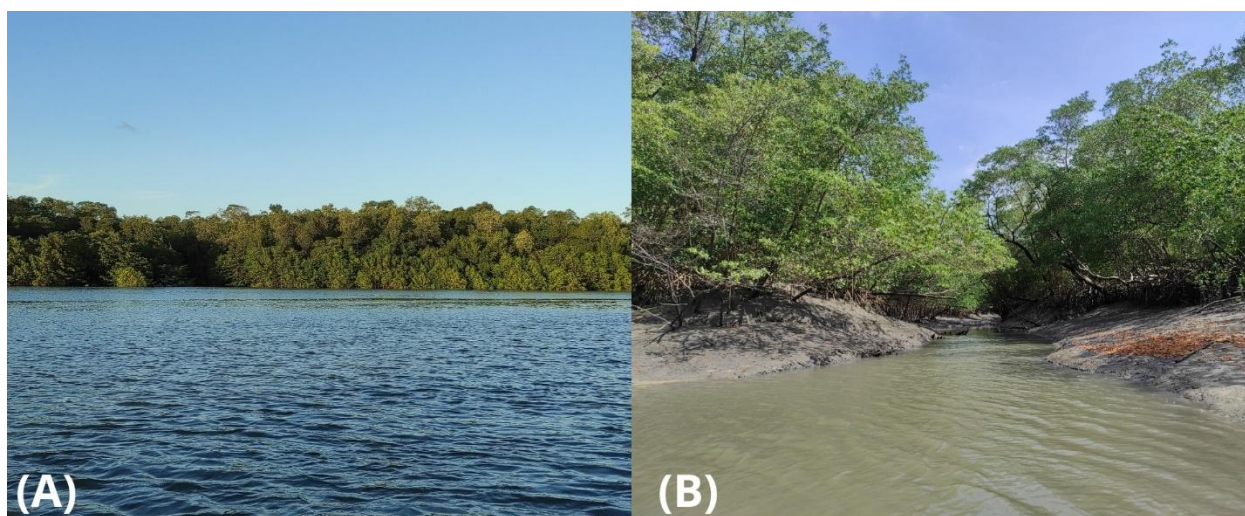
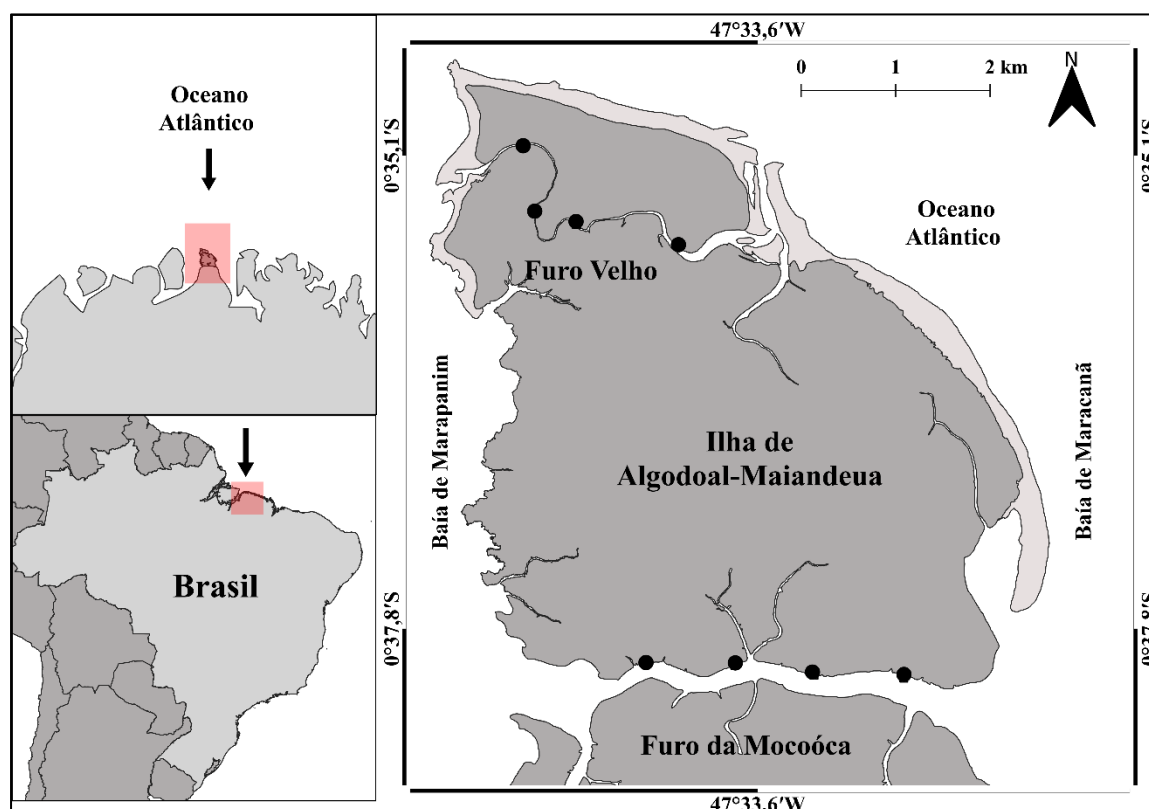


Figura 1. Mapa da área de estudo, ilha de Algodoal-Maiandeua, Costa Amazônica do Brasil. Pontos em preto indicam os pontos de coleta nos canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho). Imagem dos canais: (A) Furo da Mocoóca; (B) Furo Velho. Fonte: Mayara Cardoso, 2023.

Os manguezais da ilha de Algodual–Maiandeuá têm uma extensão de 11,64 km e margeiam canais estuarinos, com destaque para o Furo da Mocoóca (Figura 1.A), que separa a ilha do continente na sua porção sul, e o Furo Velho (Figura 1.B), que recorta a ilha desde a baía de Marapanim até Oceano Atlântico (SEMA, 2012). Esses canais apresentam diferentes magnitudes e morfologia de curso, sendo o Furo Velho, de menor porte (com cerca de XX km de extensão e largura média de 19,6 m) e mais sinuoso, do que o Furo de Mocoóca (com cerca de 6,3 km de extensão e largura média de 200 m) (Figura 1.A).

A região de estudo sofre influência de macromarés semi-diurnas, com amplitude variando de 4 a 7 m (SILVA et al., 2011; KLEIN & SHORT, 2016). O clima local é tropical úmido com temperatura média anual de $27,7 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ (MARTORANO et al., 1993) e precipitação média anual entre de 2.300–2.800 mm (MORAES et al., 2005). A precipitação varia expressivamente ao longo do ano, com um período chuvoso bem definido, ocorrendo de janeiro a julho (precipitação total ~ 1657 mm), e um período seco de agosto a dezembro (precipitação total de ~ 490 mm) (MORAES et al., 2005).

Procedimentos em campo

Foram realizadas duas campanhas, uma no período seco (novembro de 2022) e outra no chuvoso (maio de 2023). Em cada canal (furos da Mocoóca e Velho), foram determinados quatro pontos de coleta, como forma de garantir a amostragem ao longo de todo seu percurso (Figura 2). Em cada ponto, foram estabelecidas na área entremarés duas zonas: 1) não vegetada (NV), que representa as áreas de borda do manguezal (aproximadamente 5 metros a partir da linha d'água), sem presença de vegetação e 2) vegetada (VG), nas áreas de bosque do manguezal, no interior do mangue a cerca de 30 m da área de borda (Figura 2).

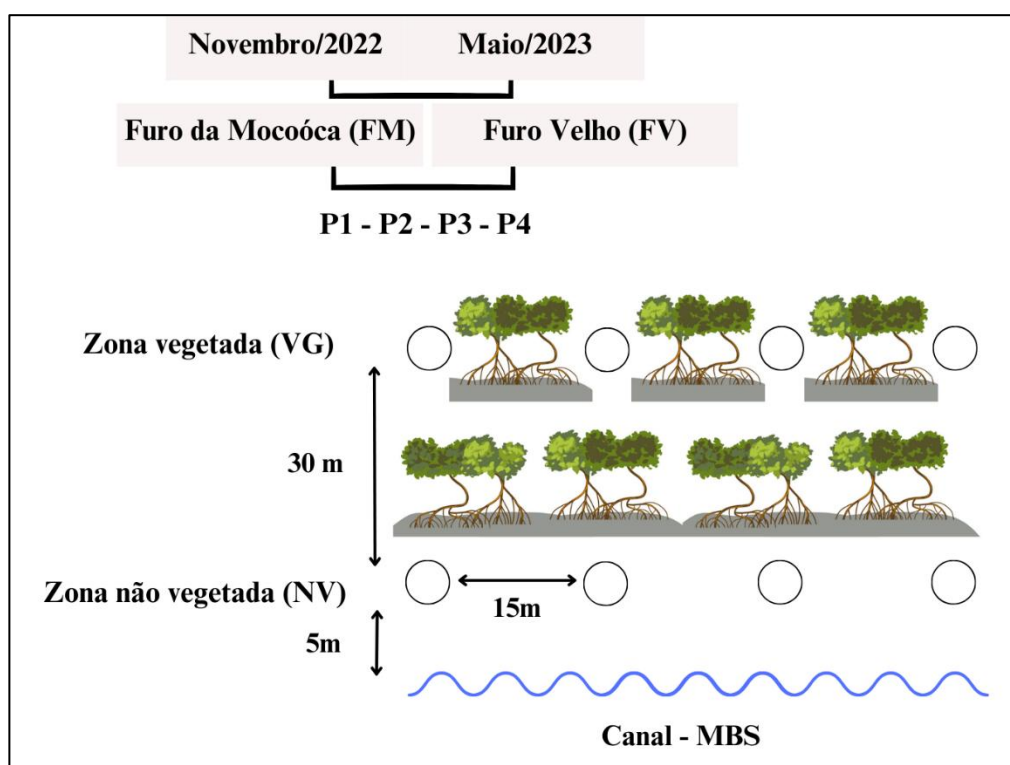


Figura 2. Esquema de amostragem da macrofauna bentônica em diferentes zonas (NV: zona não vegetada; VG: zona vegetada) em dois canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho: ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil). Fonte: Autora, 2024.

Em cada ponto (quatro) de cada zona (duas) de cada canal, foram retiradas quatro amostras biológicas (distantes entre si 15 m), com um amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro) enterrado 20 cm no substrato (Figura 3). Dessa forma, foram coletadas 32 amostras em cada canal por campanha, totalizando para o estudo, 128 amostras. Ainda em campo, essas amostras foram lavadas em malhas de 0,3 mm de abertura e o material retido foi armazenado em sacos etiquetados e fixado com formalina a 4%. A escolha da abertura de malha de 0,3 mm teve como objetivo a separação dos organismos do sedimento. Essa abertura de malha é mais efetiva do que a tradicional malha de 0,5 mm na retenção de organismos, pois garante a captura de fases mais juvenis dos grupos da macrofauna (Bemvenuti, 1994). Paralelamente à coleta biológica, foi retirado em cada ponto e zona, de cada canal, uma amostra de sedimento para análise granulométrica e uma para obtenção do percentual de matéria orgânica, utilizando-se o mesmo amostrador usado para macrofauna. As amostras para análises de matéria orgânica foram refrigeradas em campo e congeladas em laboratório. As coletas ocorreram sempre em horário diurno e durante as marés baixas de sizígia.

Na linha d'água de cada ponto, foram mensurados, a salinidade, oxigênio dissolvido (OD) e sólidos totais dissolvidos (STD), com auxílio de uma sonda multiparâmetros (marca Hach).

Adicionalmente, também foi mensurada a largura do canal em cada ponto. Os dados de pluviosidade para a Estação de Marapanim (código: 47005), distante cerca de 10km da ilha, foram obtidos junto ao banco de dados eletrônico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA – <https://dadosabertos.ana.gov.br/>).



Figura 3. Procedimento de coleta da macrofauna com amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro) na Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Fonte: Autora, 2023.

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, as amostras foram novamente lavadas em água corrente para retirada do excesso de sedimento, passadas em peneira de abertura 0,3 mm e preservadas em álcool 70%, corado com Rosa Bengala. As amostras foram triadas com uso de um estereomicroscópio para identificação dos organismos ao menor nível taxonômico possível, contados e conservados em álcool etílico a 70%. Exemplares de cada espécie foram depositados nas coleções científicas de invertebrados do Museu Paraense Emílio Goeldi – Belém-Brasil.

Para a granulometria, as amostras de sedimento foram inicialmente secas em estufa em temperatura de 60-80°C por cerca de 48h para retirada da água presente. Em seguida, as amostras foram tratadas com solução Peróxido de Hidrogênio a 10% (Figura 4A-B) e lavadas com água deionizada para retirada do sal e matéria orgânica (Figura 4C). Com a finalização deste processo, as amostras retornaram para estufa para secar. Em seguida, foram pesadas 100g de cada amostra (Figura 4D) para serem submetidas ao peneiramento úmido, visando a retirada dos finos (silte e argila, Figura 4E) e peneiramento a seco dos sedimentos grosseiros (Figura 4F) conforme protocolo adaptado de SUGUIO, 1973. A separação das frações silte e argila foi feita pela técnica de pipetagem (SUGUIO, 1973). Os parâmetros estatísticos do sedimento (média do diâmetro dos

grãos, grau de seleção e proporções de areia, silte e argila) foram calculados utilizando as equações propostas por Folk & Ward (1957).

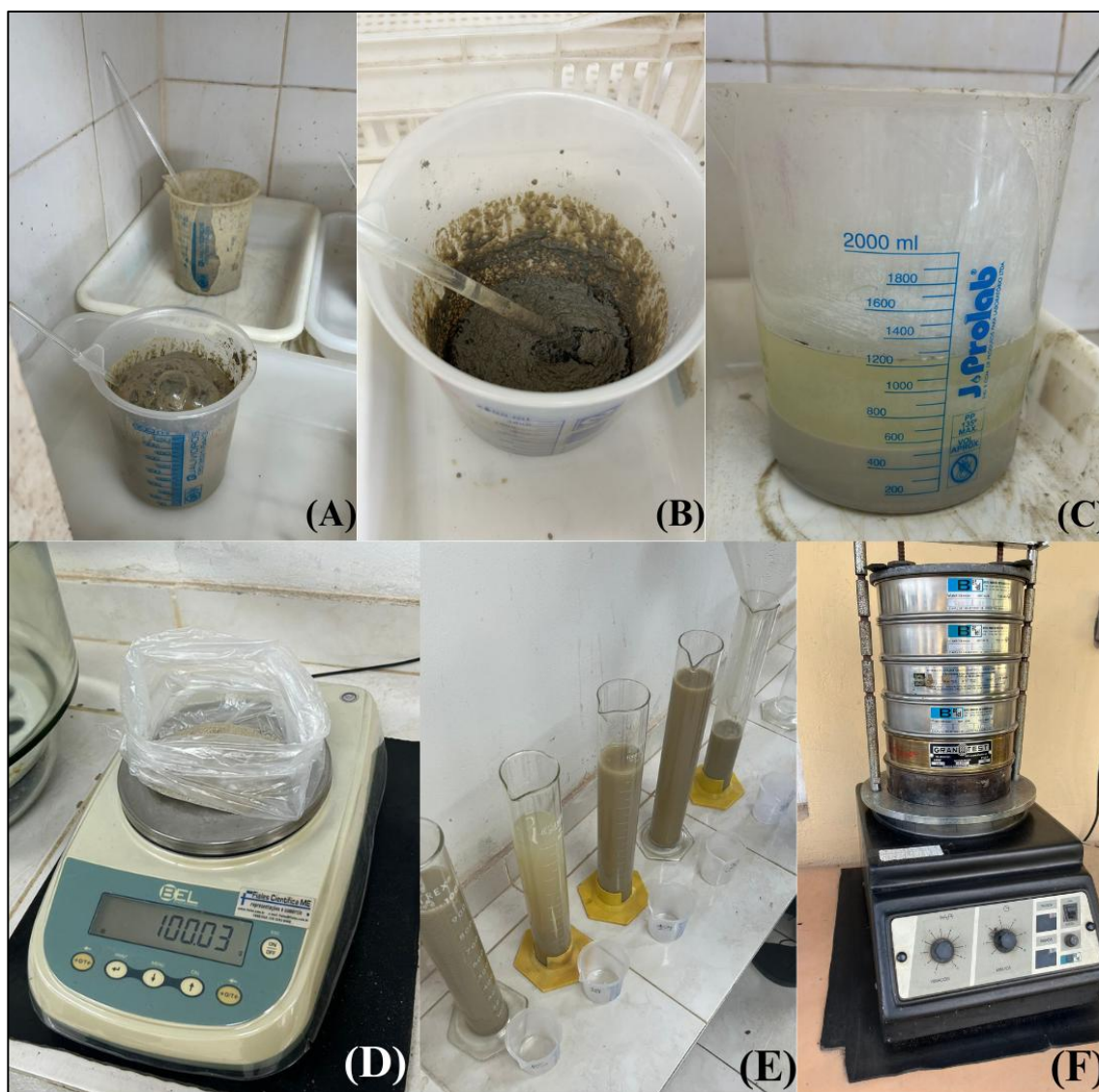


Figura 4. Procedimento para preparo das amostras para análise de granulometria. (A) Combustão química de matéria orgânica com solução Peróxido de Hidrogênio a 10%. (B) Amostras após a combustão química. (C) Amostras lavadas com água deionizada para retirada do sal e matéria orgânica. (D) Pesagem das amostras para as peneiramento seco e úmido. (E) Peneiramento úmido para retirada dos finos (silte e argila). (F). Peneiramento a seco dos sedimentos grosseiros. Fonte: Autora, 2024.

Para a determinação do teor de matéria orgânica do sedimento, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente (6h antes de iniciar o procedimento) e homogeneizadas para a retirada de cerca de 5g para a secagem. As amostras foram seca dentro de cadinhos de cerâmica lavados, calcinados, secos, numerados e pesados. O conjunto (cadinho + amostra) (Figura 5A-B) foi levado para secar em estufa (temperatura: 60-70°C), por um período de cerca de

24 h, visando eliminar toda a água presente. Após a secagem, o conjunto foi mantido em dessecador por no mínimo 1h e pesado. Em seguida, cada conjunto foi acondicionado em forno tipo mufla para passar pelo processo de incineração a uma temperatura de 550 °C, por 4h (Figura 5C). Após a queima, o conjunto foi mantido no dessecador por no mínimo 2h e posteriormente pesado. O percentual de matéria orgânica foi determinado pela diferença entre os pesos secos, antes e após a queima (adaptado de WETSEL & LIKENS, 1991).

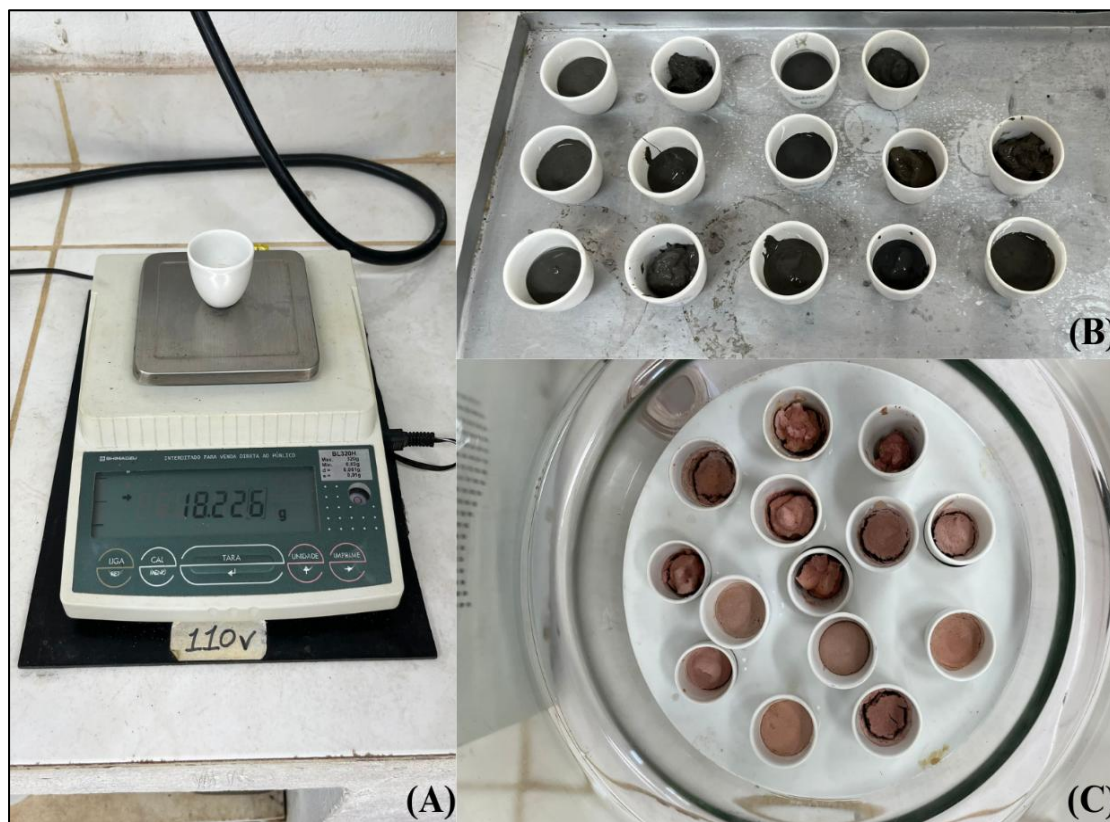


Figura.5. Procedimento para preparo das amostras para determinação de teor de matéria orgânica. (A) Pesagem do conjunto (cadinho + amostra). (B) Conjunto antes da secagem em estufa. (C) Conjunto pós secagem em estufa. Fonte: Autora, 2024.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Águas (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<https://dadosabertos.ana.gov.br/>>
- Asp, N. E., Amorim de Freitas, P. T., Gomes, V. J. C., & Gomes, J. D. (2013). Hydrodynamic overview and seasonal variation of estuaries at the eastern sector of the Amazonian coast. *Journal of Coastal Research*, 165. <https://doi.org/10.2112/si65-185.1>
- Ataide, M. B., Venekey, V., Filho, J. S. R., & dos Santos, P. J. P. (2014). Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. *Marine Biodiversity*, 44(3). <https://doi.org/10.1007/s12526-014-0248-x>
- Aviz, D., Mello, C. F. de, & Silva, P. F. da. (2009). Macrofauna associada às galerias de *Neoteredo reynei* (Bartsch, 1920) (Mollusca: Bivalvia) em troncos de *Rhizophora mangle* Linnaeus durante o período menos chuvoso, em manguezal de São Caetano de Odivelas, Pará (costa norte do Brasil). *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 4(1). <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v4i1.670>
- Aviz, D., Rodrigues de Carvalho, I. L., & Souto Rosa Filho, J. (2012). Spatial and temporal changes in macrobenthic communities in the Amazon coastal zone (Guajará Estuary, Brazil) caused by discharge of urban effluents. *Scientia Marina*, 76(2). <https://doi.org/10.3989/scimar.03312.16c>
- Aviz, D., Silva, R. F. D., & Rosa Filho, J. S. (2019). *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae): an ecosystem engineer and promoter of zoobenthos diversity in the Brazilian Amazon coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(5), 1099–1109. doi:10.1017/S0025315418001157
- Aviz, D., Santos, C. R. M. dos, & Rosa Filho, J. S. (2021). Sabellariid (Polychaeta: Annelida) reefs as nursery ground for the hermit crab *Clibanarius symmetricus* (Randall, 1840) on the Amazonian coast of Brazil. *Marine Biology Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/17451000.2021.1887494>
- Aviz, D., Rollnic, M., de Brito Albuquerque Nascimento, I., Pinheiro, L. A., & Filho, J. S. R. (2022). Temporal dynamics of a *Sabellaria wilsoni* (Sabellariidae: Polychaeta) reef on the Brazilian Amazon Coast. *Marine Ecology Progress Series*, 702. <https://doi.org/10.3354/meps14190>
- Aviz, D., da Silva, R. F., & Rosa Filho, J. S. (2024). Structure of Intertidal Soft-Bottom Benthic Macrofauna of a Continental Island on the Amazon Coast. *Journal of Coastal Research*, 113(sp1), 966-970.
- Bemvenuti, C. E. (1994). O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica*, 16, 87-98.
- Beasley, C. R., Fernandes, M. E. B., Figueira, E. A. G., Sampaio, D. S., Melo, K. R., & Barros, R. S. (2010). Mangrove Infauna and Sessile Epifauna. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13457-9_7
- Braga, C. F., Beasley, C. R., & Isaac, V. J. (2009). Effects of plant cover on the macrofauna of *Spartina* marshes in northern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(6). <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000600013>

- Braga, C. F., Monteiro, V. F., Rosa Filho, J. S., & Beasley, C. R. (2011). Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes. *Wetlands Ecology and Management*, 19(3). <https://doi.org/10.1007/s11273-011-9215-5>
- Braga, C. F., da Silva, R. F., Filho, J. S. R., & Beasley, C. R. (2013). Spatio-temporal changes in macroinfaunal assemblages of tropical saltmarshes, northern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(4).
- Braga, C. F., dos Santos, T. M. T., Filho, J. S. R., & Beasley, C. R. (2024). Variation in macrobenthic community of vegetated and unvegetated habitats in a macrotidal estuary of northern Brazilian Amazon coast. *Wetlands Ecology and Management*, 32(2). <https://doi.org/10.1007/s11273-023-09973-w>
- Checon, H. H., Corte, G. N., Silva, C. F., Schaeffer-Novelli, Y., & Amaral, A. C. Z. (2017). Mangrove vegetation decreases density but does not affect species richness and trophic structure of intertidal polychaete assemblages. *Hydrobiologia*, 795(1). <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3128-0>
- Chen, Q., Li, J., Zhang, L., Lu, H., Ren, H., & Jian, S. (2015). Changes in the macrobenthic faunal community during succession of a mangrove forest at Zhanjiang, South China. *Journal of Coastal Research*, 31(2). <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00019.1>
- Colling, L. A., & Bemvenuti, C. E. (2011). Organismos Bentônicos. *Estudos Oceanográficos: do Instrumental ao Prático*. 1ed. Rio Grande: Editora Textos, 1, 233-248.
- Cutrim, A. S. T., Sousa L. K. S., Ribeiro R. P., Oliveira V.M., Almeida Z. S. (2018). Structure of a polychaete community in a mangrove in the northern coast of Brazil. *Acta Biologica Colombiana*, 23(3). <https://doi.org/10.15446/abc.v23n3.67245>
- Dabalà, A., Dahdouh-Guebas, F., Dunn, D. C., Everett, J. D., Lovelock, C. E., Hanson, J. O., Buenafe, K. C. v., Neubert, S., & Richardson, A. J. (2023). Priority areas to protect mangroves and maximise ecosystem services. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41333-3>
- Diniz, C., Cortinhas, L., Nerino, G., Rodrigues, J., Sadeck, L., Adami, M., & Souza-Filho, P. W. M. (2019). Brazilian mangrove status: Three decades of satellite data analysis. *Remote Sensing*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/rs11070808>
- Eleftheriou, A., & McIntyre, A. (2005). *Methods for the study of marine benthic* 3rd Edition.
- Ferreira, H. R. S., de Castro, A. C. L., Cutrim, M. V. J., & de Oliveira, V. M. (2020). Composition and spatiotemporal distribution of benthic macrofauna in a macrotidal estuary on the amazonian coast of the state of Maranhão, Brazil. *Ocean and Coastal Research*, 68. <https://doi.org/10.1590/S2675-28242020068275>
- 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). <https://doi.org/10.1306/74d70646-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- Fondo, E. N., & Martens, E. E. (1998). Effects of mangrove deforestation on macrofaunal densities, Gazi Bay, Kenya. *Mangroves and Salt Marshes*, 2(2). <https://doi.org/10.1023/A:1009982900931>

- Freitas, R. F., & Pagliosa, P. R. (2020). Mangrove benthic macrofauna: Drivers of community structure and functional traits at multiple spatial scales. *Marine Ecology Progress Series*, 638. <https://doi.org/10.3354/meps13260>
- Gambi, M. C., Conti, G., & Bremec, C. S. (1998). Polychate distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow bottoms of the Tyrrhenian Sea (Italy). *Scientia Marina*, 62(1-2), 1-17.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1). <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Gomes, V. J. C., Asp, N. E., Siegle, E., McLachlan, R. L., Ogston, A. S., Silva, A. M. M., Nittrouer, C. A., & Souza, D. F. (2020). Connection between macrotidal estuaries along the southeastern Amazon coast and its role in coastal progradation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106794>
- Gomes, V. J., Achete, F. M., Siegle, E., de Freitas, P. P., e Silva, W. K. L., Gardunho, D. C., Fernandes, M. E. B. & Asp, N. E. (2025). The role of vegetation on sediment transport in a macrotidal fringe mangrove forest. *Ocean & Coastal Management*, 261, 107527.
- Hutchison, J., Spalding, M., & Zu Ermgassen, P. (2014). The role of mangroves in fisheries enhancement. *The Nature Conservancy and Wetlands International*, 54, 434.
- Klein, A. H. F., & Short, A. D. (2016). Brazilian beach systems: *Introduction*. In *Coastal Research Library* (Vol. 17). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_1
- Koch, V., & Wolff, M. (2002). Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 228. <https://doi.org/10.3354/meps228119>
- Lana, P. C., & Guiss, C. (1991). Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranagua Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 73(2-3), 231-244. <https://doi.org/10.3354/meps073231>
- Lana, P. C., & Guiss, C. (1992). Macrofauna-plant-biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranagua Bay (SE Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 80(1). <https://doi.org/10.3354/meps080057>
- Marois, D. E., & Mitsch, W. J. (2015). Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands - A review. In *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* (Vol. 11, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/21513732.2014.997292>
- Martorano, L. G., Pereira, L., Cesar, E., & Pereira, I. C. B. (1993). Estudos climáticos do estado do para, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather). SUDAM, Belém, EMBRAPASNLCS, Rio de Janeiro.
- Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S., & Beck, M. W. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>
- Moraes, B. C., Costa, J. M. N., Costa, A. C. L., & Costa, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35(2). <https://doi.org/10.1590/s0044-59672005000200010>

- Nascimento, W. R., Souza-Filho, P. W. M., Proisy, C., Lucas, R. M., & Rosenqvist, A. (2013). Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.10.005>
- Neves, R. a F., & Valentin, J. L. (2011). Revisão Bibliográfica Sobre a Macrofauna Bentônica De Fundos Não-Consolidados, Conservação No Brasil. *Labomar Arquivos Para Ciências Do Mar*, 44(3), 59–80.
- Oliveira, V. D., & Mochel, F. R. (1999). Macroendofauna bêmica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no Sudoeste da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 12(1), 75-93.
- Rosa, L. C., & Bemvenuti, C. E. (2007). Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Revista de Biologia Marina y Oceanografia*, 41(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-19572006000100003>
- Rosa Filho, J. S., Busma, D. V., Viana, A. P., Gregório, A. M., & Oliveira, D. M. (2006). Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 1(3). <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v1i3.733>
- Rosa Filho, J. S., Gomes, T. P., Almeida, M. F., & Silva, R. F. (2011). Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodoal Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*, SPEC. ISSUE 64.
- Santos, T. M. T., & Aviz, D. (2018). Macrobenthic fauna associated with *Diopatra cuprea* (Onuphidae: Polychaeta) tubes on a macrotidal sandy beach of the Brazilian Amazon Coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(4). <https://doi.org/10.1017/S0025315418000711>
- Santos, T. M. T., & Aviz, D. (2021). Macrobenthic community of an estuarine tidal flat on the amazon coast: Spatial variations and presence of polychaetes tubes. *Papeis Avulsos de Zoologia*, 61. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.49>
- Santos, T. M. T., Aviz, D., & Rosa Filho, J. S. (2024). Variations in macrobenthic fauna of mangrove and unvegetated habitats in an Amazon estuary. *Wetlands Ecology and Management*, 1-16.
- Schaeffer-Novelli, Y. A. R. A., & Cintrón-Molero, G. (1999). Brazilian mangroves: a historical ecology. *Ciencia e Cultura* (Sao Paulo), 51(3), 274-286.
- Schettini, C. A. F., Asp, N. E., Ogston, A. S., Gomes, V. J. C., McLachlan, R. L., Fernandes, M. E. B., Nittrouer, C. A., Truccolo, E. C., & Gardunho, D. C. L. (2020). Circulation and fine-sediment dynamics in the Amazon Macrotidal Mangrove Coast. *Earth Surface Processes and Landforms*, 45(3). <https://doi.org/10.1002/esp.4756>
- Silva, R. F., Rosa Filho, J. S., Souza, S. R., & Souza-Filho, P. W. (2011). Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). *Journal of Coastal Research*, SPEC. ISSUE 64.

- Souza Filho, P. W. M. (2005). Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4). <https://doi.org/10.1590/s0102-261x2005000400006>
- Souza, A. S., Simith, D. de J. B., & Abrunhosa, F. A. (2018). Impacts of nutritional stress on the survival and developmental time to metamorphosis in megalopa larvae of the exploited mangrove crab, *Ucides cordatus* (Ucididae). *Marine Biology Research*, 14(8). <https://doi.org/10.1080/17451000.2018.1547406>
- Spalding, M. D., Blasco, F., & Field, C. (1997). World Mangrove Atlas. *The International Society for Mangrove Ecosystems*. Okinawa, Japan, 1997
- Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). Book review: World atlas of mangroves. *Wetlands*, 31(5).
- Suguio, K. (1973). Introdução a Sedimentologia. In *Introdução a Sedimentologia* (Vol. 6, Issue 1).
- Sweetman, A. K., Middelburg, J. J., Berle, A. M., Bernardino, A. F., Schander, C., Demopoulos, A. W. J., & Smith, C. R. (2010). Impacts of exotic mangrove forests and mangrove deforestation on carbon remineralization and ecosystem functioning in marine sediments. *Biogeosciences*, 7(7). <https://doi.org/10.5194/bg-7-2129-2010>
- Vale, C. C., Cintrón-Molero, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (2023). The Brazilian Coastal Landscapes: A Narrative. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13486-9_1
- Venekey, V., Melo, T. P. G., & Rosa Filho, J. S. (2019). Effects of seasonal fluctuation of amazon river discharge on the spatial and temporal changes of meiofauna and nematodes in the amazonian coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106330>
- Wetzel, R. G., Likens, G. E., Wetzel, R. G., & Likens, G. E. (1991). Organic Matter. *Limnological Analyses*, 129-137.

VI. CAPÍTULO 1

VARIAÇÕES DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE MANGUEZAIS AMAZÔNICOS E SUAS RELAÇÕES COM A ESTRUTURA DO HABITAT: MORFOLOGIA DE CANAIS ESTUARINOS E PRESENÇA DA VEGETAÇÃO

RESUMO

O presente estudo analisou como as características de habitat influenciam a estrutura espacial e temporal da macrofauna bentônica de manguezais de uma ilha na amazônica brasileira, considerando zonas entremarés com e sem vegetação de dois canais estuarinos com diferentes morfologias. As respostas da comunidade macrobentônica aos fatores espaciais foi comparada durante os dois períodos sazonais (período seco e chuvoso) da região. Os resultados indicaram variações espaciais distintas dentro de cada período, e essas variações foram diferentes dentro de cada ambiente (canal e zona do entremarés), com dissimilaridade na composição taxonômica e funcional. Os canais estuarinos apresentaram riqueza e densidade similares, contudo essas foram mais elevadas no período seco e na zona não vegetada, em ambos os canais. No canal mais estreito e sinuoso, dominaram vermes (poliquetos e oligoquetos) comedores de depósito, associados com substrato mais lamoso e com maior conteúdo orgânico, em ambas as zonas. No canal mais largo, além de comedores de depósito, foi maior a participação de formas predadoras, associada com substratos mais arenosos. No período chuvoso, ocorreu uma diminuição na participação de crustáceos (peracáridos) e aumento na de poliquetos eurihalinos. O estudo adiciona importantes informações sobre a variabilidade da macrofauna bentônica de manguezais amazônicos, que apesar de dominarem na paisagem da região são pobremente conhecidos.

Palavras-chaves: Estrutura do habitat. Estuário Amazônico. Substrato inconsolidado. Invertebrados bentônicos.

1. INTRODUÇÃO

Manguezais são ambientes altamente produtivos, que desempenham diversos serviços ecossistêmicos, como a estabilização da zona costeira contra eventos hidrodinâmicos, ciclagem de nutrientes e são berçário para diversos grupos taxonômicos (Ewel et al., 1998; Hutchison et al., 2014; Marois & Mitsch, 2015; Menéndez et al., 2020). Esse ecossistema ocupa mais de 150.000 km² em regiões tropicais e temperadas quentes ao longo da linha costeira mundial, sendo que somente o Brasil abriga cerca de 8,5% das áreas de manguezal do mundo (Spalding et al., 2010, Vale et al., 2023). Além disso, na costa amazônica brasileira está situada a maior faixa contínua de manguezais do Globo, que ocupa 7.591 km² e corresponde a 56,6% dos manguezais brasileiros (Souza-Filho, 2005; Nascimento et al., 2013). O alto grau de desenvolvimento dos manguezais amazônicos está associado ao clima quente úmido, elevada descarga fluvial, que carrega grande volume de sedimentos e nutrientes para a costa, e a influência de macromarés semi-diurnas (Souza-Filho, 2005; Silva et al., 2011). Além disso, a rede complexa de canais estuarinos, que atravessam as planícies costeiras e conectam bacias estuarinas, são essenciais para a distribuição de sedimentos finos e explicariam a extensão longitudinal e a continuidade do cinturão de manguezais amazônicos (GOMES et al., 2020).

Dentre os grupos que habitam os manguezais, os invertebrados macrofaunais têm destaque pela sua elevada abundância e diversidade, bem como pelo seu papel no ciclo de energia e na produtividade do ecossistema (Rosa Filho et al., 2006; Aviz et al., 2009; Braga et al., 2009; Silva et al., 2011; Bernardino et al., 2018). Nos manguezais, a distribuição espacial e temporal da macrofauna bentônica está relacionada a diversos fatores ambientais, com destaque para a salinidade, precipitação pluviométrica, hidrodinâmica, granulometria do sedimento e disponibilidade de matéria orgânica (Rosa Filho et al., 2006; Silva et al., 2011; Hadiyanto et al., 2018; Braga et al., 2024). Além disso, esses e outros fatores ambientais podem ser fortemente influenciados pela presença da vegetação, que consequentemente determinará a distribuição da macrofauna (Lana & Guiss, 1991, 1992; Kon et al., 2010).

Em diversos estudos, manguezais e outros habitats vegetados estuarinos (ex: marismas) apresentaram maior densidade e diversidade da macrofauna, quando comparados com habitats sem vegetação, devido à diminuição de forças hidrodinâmicas (ondas e correntes), da amenização da temperatura e dessecação, presença de grãos mais finos e maior oferta de matéria orgânica e de microhabitats (Urre et al., 2017; Bernardino et al., 2018; Aviz et al., 2024; Braga et al., 2024; Santos et al., 2024). Contudo, a interação entre a vegetação e os organismos bentônicos não é sempre positiva, uma vez que, a presença da vegetação modifica a compactação do substrato, podendo interferir na bioturbação, mobilidade e alimentação, limitando a ocorrência

principalmente de organismos infaunais (Sweetman et al. 2010; Checon et al., 2017; Freitas & Pagliosa, 2020).

Na costa amazônica, o conhecimento sobre padrões de distribuição do zoobentos são restritos a poucos estuários (Rosa Filho et al., 2006; Ferreira et al., 2020; Aviz et al., 2024). Na região, gradientes de salinidade e variações granulométricas tipicamente determinam mudanças na macrofauna (Rosa Filho et al., 2006; Silva et al., 2011; Santos et al., 2024). Considerando os efeitos da vegetação, comparações entre bordas de manguezais vegetadas e não vegetadas, resultaram em composição distintas e tendência de maiores valores de densidade e riqueza da macrofauna para áreas com cobertura vegetal, associadas a maior disponibilidade de matéria orgânica e grãos mais finos (Braga et al., 2024; Santos et al., 2024). Contudo, nenhum estudo comparou as mudanças temporais nesses habitats. Essa é uma lacuna importante, considerando que as flutuações sazonais da chuva afetam de forma significativa a estrutura da macrofauna bentônica na região amazônica (Rosa Filho et al., 2018). No período chuvoso, os altos índices de precipitação pluviométrica e descarga fluvial reduzem a salinidade dos estuários amazônicos, o que geralmente diminuiu os quantitativos de densidade e riqueza da macrofauna bentônica (Silva et al., 2011; Checon et al., 2023; Aviz et al., 2024).

Na região amazônica, os manguezais dominam as áreas estuarinas, que são caracterizadas pela complexa rede de ilhas e baías, que se conectam por meio de canais estuarinos, localmente chamados de “furos” (Araújo & Asp, 2013). Os furos representam as principais vias de circulação de água e sedimentos entre os estuários e áreas de manguezais, e por meio deles ocorrem trocas de água, transporte de sedimentos, nutrientes e de biomassa (Ramírez et al., 2012; Gomes et al., 2020). Esses canais, que são moldados pelos fluxos bidirecionais e amplitudes das marés, podem apresentar diversos padrões de morfologias e condições hidrodinâmicas, distintas concentrações de sedimentos em suspensão e taxas de sedimentação (Hughes, 2012). A configuração e dinâmica desses canais é uma importante fonte da variabilidade espacial na paisagem costeira amazônica, assim como em outras costas dominadas por macromarés (Gomes et al., 2020). Apesar disso, na região, até o momento efeitos da morfologia de canais sobre a estrutura da macrofauna não foram avaliados.

A ilha de Algodoal–Maiandeuá está localizada na costa amazônica brasileira, na qual podem ser encontrados diversos habitats costeiros, incluindo manguezais que bordeiam diversos canais estuarinos com diferentes estruturas de curso (forma, largura e extensão). Tais condições, tornam a ilha um local oportuno para avaliar variações de pequena e média escala da macrofauna bentônica, resultantes da morfologia estuarina e da cobertura da vegetação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar como a estrutura do habitat, morfologia de canais

e vegetação, influenciam os padrões de variação espacial e temporal da macrofauna bentônica de manguezais da ilha. Testamos, em dois períodos sazonais, se a estrutura (composição taxonômica e funcional, riqueza e densidade) da comunidade macrobentônica varia entre os diferentes canais e entre as zonas de entremarés com e sem vegetação. Além disso, avaliamos se as respostas temporais são distintas dentro de cada ambiente (canais e zonas).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Ilha de Algodoal-Maiandeuá (00°36' S 047°34' W) está localizada na costa norte do Brasil, na região amazônica. A Ilha é cercada por rios e canais estuarinos e apenas a sua porção leste é voltada para o Oceano Atlântico (Figura 1). Os manguezais mais bem desenvolvidos da ilha bordeiam canais estuarinos, com destaque para o Furo da Mocoóca (Mocoóca), que separa a Ilha do continente na sua porção sul, e o Furo Velho (Velho), que recorta a ilha desde a sua porção leste (baía de Marapanim) até oeste (Oceano Atlântico) (Sema, 2012). Esses canais apresentam diferentes magnitudes e morfologias. O Velho, com cerca de 5,4 km de extensão, é mais protegido, sinuoso e estreito, com maior parte do seu curso sombreado pela cobertura de dossel do mangue. Já o Mocoóca tem cerca de 6,3 km de extensão e seu curso d'água é pouco sombreado pela cobertura de dossel, com bordas não vegetadas mais expostas a irradiação solar (Figura 1).

A área de estudo está sob influência de macromarés semi-diurnas, com amplitudes de até 7 m (Silva et al., 2011). O clima da região é tropical úmido, com temperatura média anual de 27,7 ± 1,1°C (Martorano et al., 1993; Silva et al., 2011). A precipitação anual é da ordem de 2.300–2.800 mm, com variação sazonal bem definida ao longo do ano. O período chuvoso, que ocorre entre janeiro e julho, tem precipitação total média superior a 1600 mm, enquanto o período seco, entre agosto e dezembro, exibe valores de cerca de 500 mm (Moraes et al., 2005).

2.2. Procedimentos de campo

Foram realizadas duas campanhas de amostragens, uma no período seco (novembro/2022) e outra no chuvoso (maio/2023). Nos canais Furo da Mocoóca e Furo Velho, foram determinados quatro pontos (P1 a P4) de amostragem no entremarés, distantes entre si cerca de 1 km (Figura 1). Em cada ponto, foram estabelecidas na zona entremarés duas zonas: 1) não vegetada (NV), que representa as áreas de bordas do manguezal (cerca de 5 metros a partir da linha d'água), sem presença de vegetação; e 2) vegetada (VG), áreas de bosque do manguezal, localizada cerca de 30 m da área de borda (Figura 1B). Em cada zona, de cada ponto, foi traçado um transecto de 45 m, paralelo a linha de maré baixa, no qual foram retiradas quatro amostras biológicas (distantes entre si 15 m).

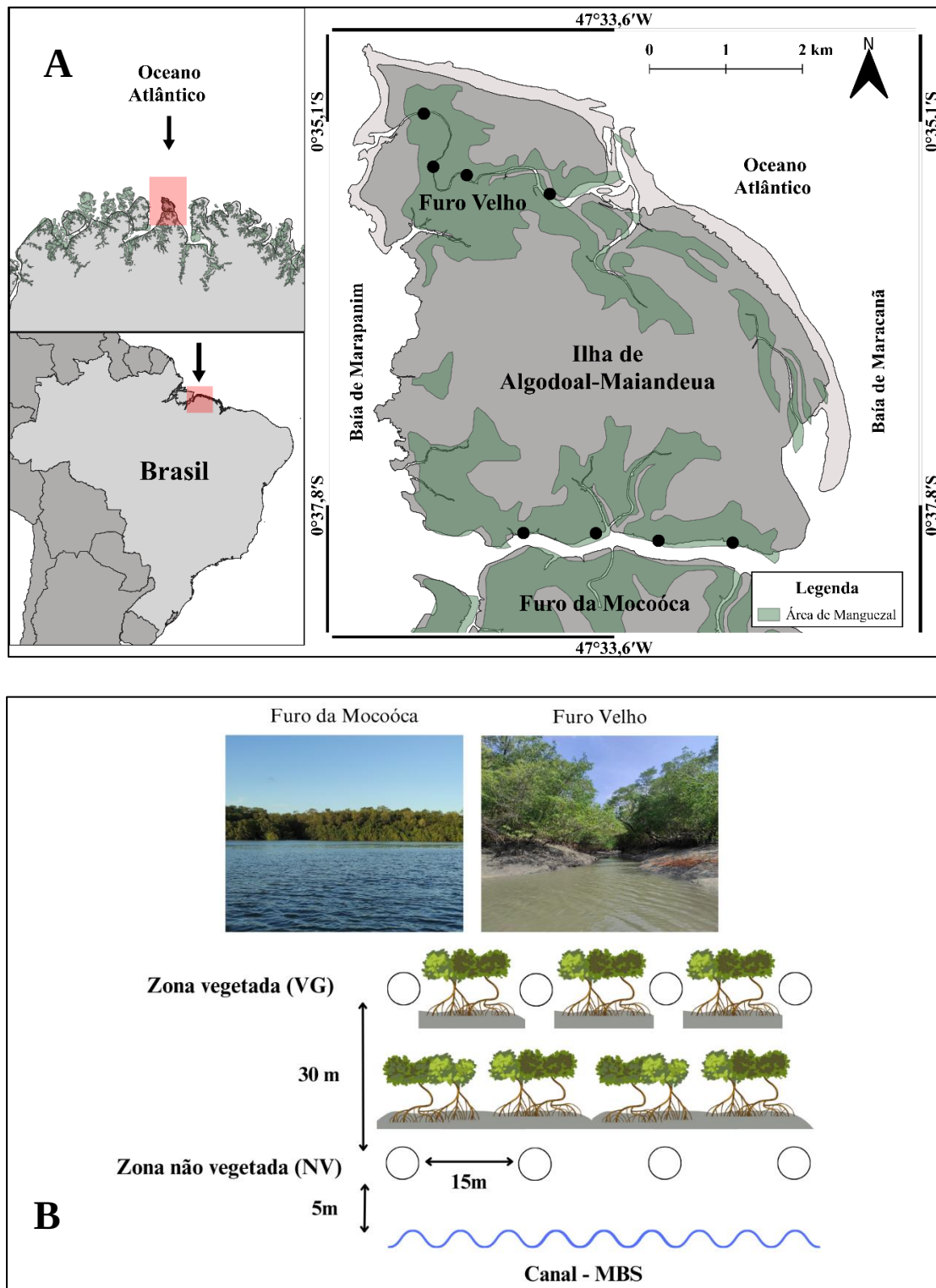


Fig.1. (A) Mapa da área de estudo, ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Pontos em preto indicam os pontos de coleta nos canais estuarinos (Furo da Mocoóca e Furo Velho). (B) . Esquema de amostragem da macrofauna bentônica em diferentes zonas (NV: zona não vegetada; VG: zona vegetada) em dois canais estuarinos (imagens dos canais: Furo da Mocoóca e Furo Velho). MBS= linha de maré baixa de sizígia. Fonte: Autora, 2024.

Para retirada das amostras foi utilizado um amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro) enterrado a 20 cm no substrato. As amostras coletadas foram lavadas em malhas (abertura de 0,3 mm) e preservadas em álcool 70%. Utilizando o mesmo amostrador da macrofauna, foram obtidas amostras de sedimento para análise granulométrica (≈ 200 g) e percentual de matéria (≈ 20 g). Paralelamente, na linha d'água, foram mensurados a salinidade, oxigênio dissolvido (OD) e a sólidos totais dissolvidos (STD) na água, com uma sonda multiparâmetros (marca Hach). Adicionalmente, também foi mensurada a largura do canal em cada ponto de coleta. As amostras para análises de matéria orgânica foram refrigeradas em campo e congeladas em laboratório até a análise.

Os dados de pluviosidade para a Estação de Marapanim (código: 47005), distante cerca de 10km da ilha, foram obtidos junto ao banco de dados eletrônico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA – <https://dadosabertos.ana.gov.br/>).

2.3.Procedimento em laboratório

Em laboratório, as amostras foram lavadas em peneiras de 0,3 mm e triadas sob estereomicroscópio para identificação dos organismos ao menor nível taxonômico possível, os quais foram contados e conservados em álcool etílico a 70%. Os táxons da macrofauna foram classificados em grupos funcionais, considerando a posição no substrato (infauna e epifauna) e os hábitos alimentares: comedores de depósito de subsuperfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento e ingerem sedimento); comedores de detritos de superfície (organismos que obtêm o alimento na interface água-sedimento, alimentando-se de detritos e outras partículas orgânicas), ectoparasitas (adaptados a sucção de outros invertebrados); herbívoros (raspadores de partículas de microalgas/vegetais); predadores (aqueles que predam outros metazoários do bentos); suspensívoros (aqueles que filtram a água para capturar seu alimento); e onívoros (os que têm várias estratégias de alimentação). A classificação das guildas tróficas foi baseada em literatura pertinente para cada grupo - Anelídeos (Fauchald & Jumars, 1979; Jumars et al., 2015); Crustacea (Koch & Nordhaus, 2010; Pinheiro et al., 2024); Insecta (Henriques-Oliveira et al., 2003; Silva et al., 2008); Moluscos (Taylor & Reid, 1984; Arruda et al., 2003; Rueda et al., 2009; Donnarumma et al., 2018); Nematoda (Moens & Vincx, 1997) - e literaturas complementares – diversos grupos (Dolbeth et al., 2003; Macdonald et al., 2010; O’Gorman & Emmerson, 2010; Aviz et al., 2019; Corte et al., 2017; Santos & Aviz, 2020; Yan et al., 2021). Exemplares de cada espécie foram depositados nas coleções científicas de invertebrados do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-Brasil, conforme informação no Material Suplementar H-I.

Para a granulometria, as amostras foram submetidas ao peneiramento úmido (seguido de pipetagem) para retirada dos finos (silte e argila) e peneiramento a seco dos sedimentos grossos (adaptado de Suguio, 1973). O teor de matéria orgânica do sedimento foi determinado pelo método de combustão em forno mufla, a uma temperatura de 550 °C durante 5h (adaptado de Wetsel & Likens, 1991).

2.4. Análise de dados

Os parâmetros estatísticos do sedimento (média do diâmetro do grão, grau de seleção e proporções de areia, silte e argila) foram calculados utilizando as equações propostas por Folk & Ward (1957). As variáveis abióticas (variáveis granulométricas e o percentual de matéria orgânica do sedimento) foram comparadas entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furo da Mocoóca e Furo Velho) e zonas (vegetada e não vegetada) através de uma análise de variância (ANOVA) tri-fatorial. As variáveis da água foram comparadas apenas entre canais e períodos por meio da ANOVA bifatorial. As diferenças entre as larguras dos canais foram testadas usando ANOVA de uma via. As análises de variância foram seguidas pelos testes de Fisher LSD para identificar as diferenças entre pares. Anterior as ANOVA, os dados foram testados quanto à normalidade da distribuição e homoscedasticidade das variâncias, usando os testes de Kolmogorov-Smirinov e Levene, respectivamente. Quando os dados não atenderam os pressupostos da ANOVA, foram transformados (Material Suplementar).

Para cada amostra biológica foi calculada a densidade (ind.m^2), riqueza (número total de táxons) e diversidade (índice de Shannon-Weaver). Assim como realizado para os dados do sedimento, esses descritores foram comparados entre períodos, locais e zonas por meio da ANOVA tri-fatorial, seguida pelo teste LSD. Para comparar a estrutura da comunidade (grupos taxonômicos e funcionais) foi utilizada uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) seguindo o mesmo *design* citado para ANOVA. As análises foram baseadas em uma matriz de similaridade, utilizando-se o índice de Bray Curtis, a partir de valores de densidade por táxon (transformados por raiz quarta).

A análise canônica de coordenadas principais (CAP) foi usada para o entendimento dos padrões espaciais. As espécies e fatores abióticos mais bem correlacionados (coeficiente de Spearman $> 0,4$) aos eixos da CAP foram plotadas como vetores. Ainda, utilizou-se a análise SIMPER (*Similarity Percentage Breakdown*) para determinar a contribuição individual dos táxons para as similaridades encontradas dentro dos grupos (espaciais e temporais). Para associar a estrutura macrofaunal com variáveis ambientais, modelos lineares baseado em distância (DistLM) foram aplicados. Anterior a aplicação dos modelos, variáveis fortemente correlacionadas

(Spearman $R > 0,7$) foram excluídas para evitar alta colinearidade entre os preditores ambientais. Posteriormente, uma análise de redundância com base na distância (dbRDA) foi aplicada para avaliação das variações sazonais.

Para todas as análises, foi considerado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis ambientais

A precipitação pluviométrica apresentou um claro padrão sazonal, com totais acumulados inferiores a 150 mm/mês durante o período seco (Figura 2). Por outro lado, durante o período chuvoso, a precipitação esteve acima de 200 mm, na maioria dos meses (Figura 2). A salinidade, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido apresentaram variação sazonal significativa, com maiores médias no período seco (Figura 3A-C; Material Suplementar B). Apenas a salinidade e o oxigênio dissolvido variam significativamente entre canais (Materiais Suplementares C-D). No período seco, a salinidade foi significativamente mais alta no canal Velho (Figura 3B). No período chuvoso, diferenças entre canais ocorreu apenas para o oxigênio dissolvido, com maior média no Mocoóca (Figura 3C).

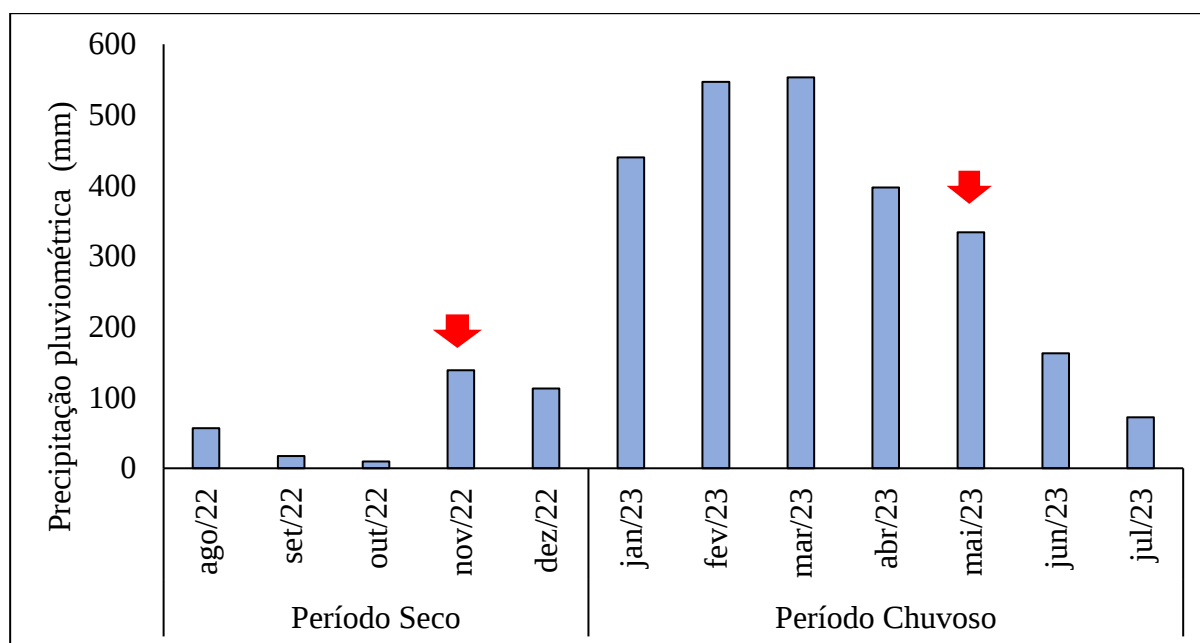


Fig. 2. Precipitação pluviométrica (precipitação mensal acumulada) registrada de agosto de 2022 a julho de 2023 no município de Marapanim, Costa Amazônica do Brasil. Setas indicam os meses de amostragem.

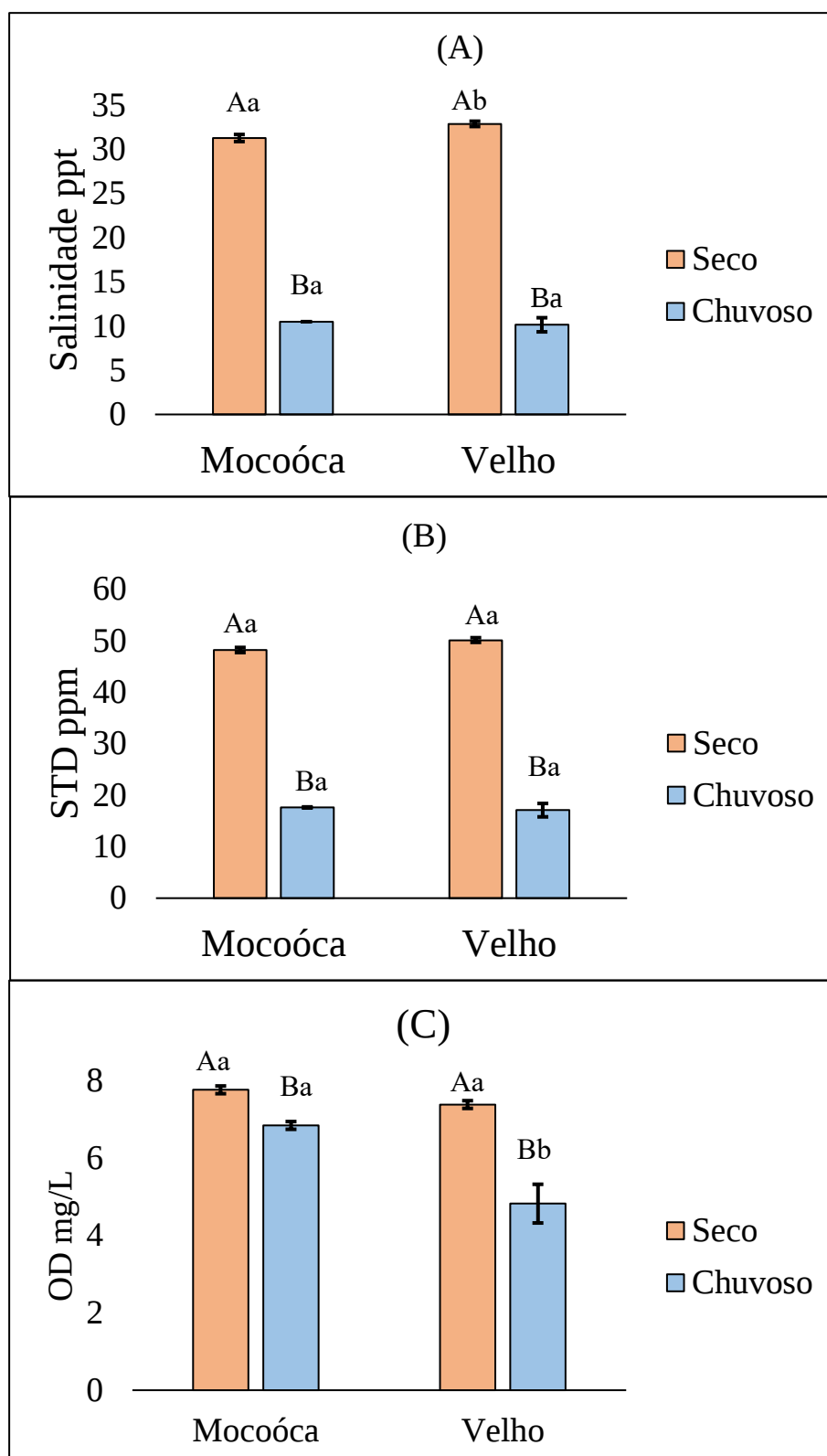


Fig. 3. Valores médios ($\pm$ erro padrão) das variáveis ambientais da água para canais estuarinos da ilha de Algodão-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. STD = sólidos totais dissolvidos; OD = oxigênio dissolvido. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre períodos ($A \neq B$) e canais ($a \neq b$).

A largura média do Mocoóca foi significativamente superior ao Velho (Tabela 1). Os canais apresentaram distintas características do sedimento, em ambos os períodos sazonais (Tabela 1) (Material Suplementar E). Em relação as zonas, a não vegetada apresentou valores superiores a 50% de areia, enquanto a vegetada teve maiores porcentagens de finos (argila + silte) e matéria orgânica (Figura 4). Variações significativas entre zonas ocorreram, sobretudo, para os % de areia, argila, silte e matéria orgânica. O período chuvoso foi marcado por diminuição dos percentuais de areia e aumento dos finos, em relação ao período chuvoso. Apesar disso, apenas o percentual de argila variou significativamente entre os períodos sazonais, e somente no Velho (Tabela 1). O Mocoóca apresentou tendência de ter grão maiores, com sedimento mais arenoso do que o Velho, que teve mais finos (silte + argila) em ambos os períodos sazonais. Além disso, o tamanho do grão da zona não vegetada do Mocoóca foi significativamente maior em comparação com a mesma zona no Velho, mas apenas no período seco (Materiais Suplementares F-G).

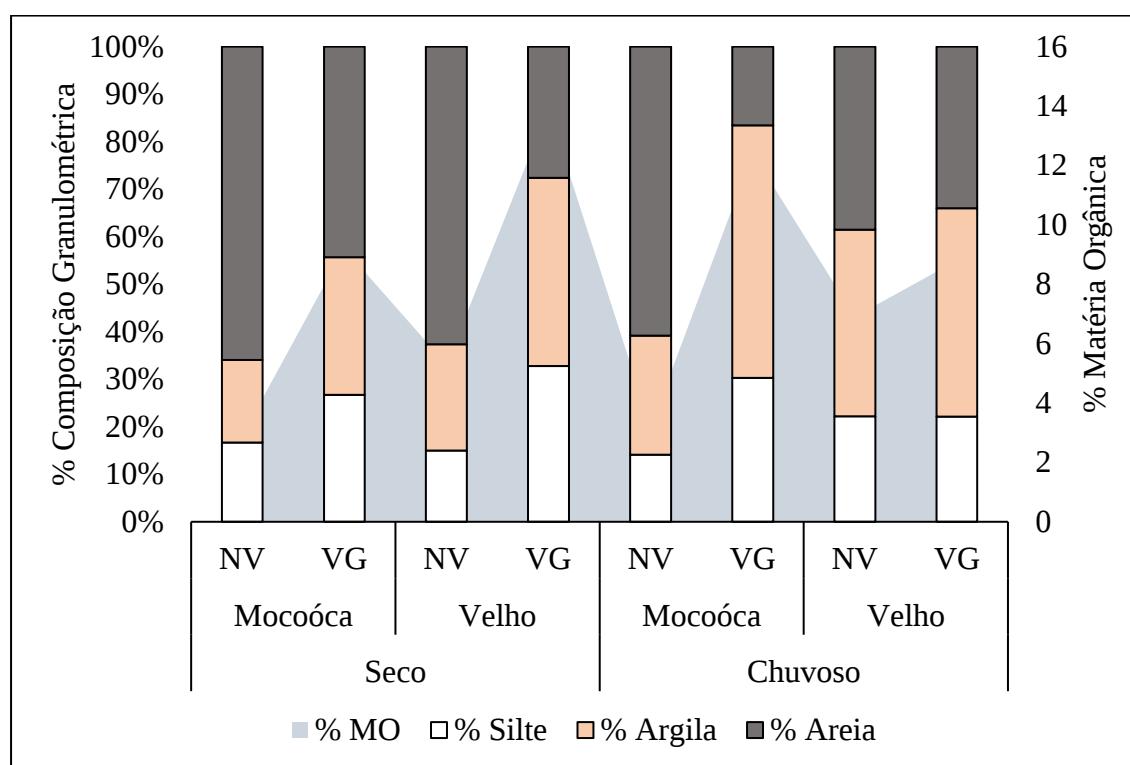


Fig. 4. Percentuais de Classes de tamanho de grãos e Matéria orgânica da composição granulométrica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil.

Variáveis	Seco				Chuvoso			
	Furo da Mocoóca		Furo Velho		Furo da Mocoóca		Furo Velho	
	Não-vegetado	Vegetado	Não-vegetado	Vegetado	Não-vegetado	Vegetado	Não-vegetado	Vegetado
Média (Φ)	5,4±0,2 (Aca)	5,1±0,2 (Aca)	4,7±0,3 (Acb)	4,8±0,1 (Aca)	4,9±0,2 (Aca)	5,2±0,1 (Aca)	4,6±0,3 (Aca)	4,9±0,1 (Aca)
Seleção	-0,9±0,2 (Aca)	-0,1±0,3 (Aca)	-0,8±0,4 (Aca)	0,0±0,6 (Aca)	-0,4±0,2 (Aca)	1,0±0,3 (Ada)	-0,1±0,6 (Aca)	0,2±0,8 (Aca)
Curtose	0,0±0,1 (Aca)	-0,1±0,1 (Aca)	0,0±0,3 (Aca)	-0,1±0,2 (Aca)	-0,1±0,1 (Aca)	0,3±2,2 (Aca)	-0,1±0,6 (Aca)	0,2±0,8 (Aca)
% Argila	17,4±2,6 (Aca)	28,7±4,0 (Aca)	22,1±8,3 (Aca)	32,9±12,2 (Aca)	25,1±4,5 (Aca)	53,8±6,7 (Bda)	39,3±13,4 (Aca)	43,8±14,0 (Aca)
% Silte	16,7±1,8 (Aca)	26,5±2,3 (Ada)	14,8±5,0 (Aca)	27,2±0,9 (Aca)	14,1±1,5 (Aca)	30,7±2,5 (Ada)	22,2±3,6 (Aca)	22,1±2,0 (Aca)
% Areia	66,1±4,3 (Aca)	43,9±5,9 (Aca)	61,9±4,2 (Aca)	22,9±12,0 (Aca)	60,9±6,1 (Aca)	16,8±5,4 (Bda)	38,5±16,9 (Aca)	34,0±15,8 (Aca)
% MO	2,9±2,0 (Aca)	9,2±1,5 (Aca)	5,3±2,0 (Aca)	13,9±5,1 (Aca)	3,2±1,3 (Aca)	12,4±2,9 (Ada)	6,9±3,1 (Aca)	8,8±3,6 (Aca)
Largura do Canal	Furo da Mocoóca		Furo Velho		ANOVA			
	209,44±27,4 a		21,25±9,7 b		F ₁₋₆ =44,723; p=0,001			

Tab. 1. Valores médios ($\pm$ erro padrão) das características granulométrica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Letras indicam diferença significativa entre períodos (A $\neq$ B), canais (a $\neq$ b) e entre zonas (c $\neq$ d). * (p<0,05).

3.2. Comunidade macrobentônica

3.2.1. Composição taxonômica e funcional

Foram identificados 2.196 indivíduos distribuídos em 85 táxons (espécies e morfoespécies), pertencentes aos filos Annelida, Arthropoda, Mollusca, Nematoda, Nemertea e Platyhelminthes (Materiais Suplementares H-I). Em relação aos canais, 61 táxons foram identificados no Velho (23 exclusivos) e, 62 no Mocoóca (24 exclusivos). Entre zonas, 65 ocorrem na zona não vegetada (22 exclusivos) e, 64 na zona vegetada (21 exclusivos). Entre os períodos, 70 ocorreram no período seco (33 exclusivos) e 52 no período chuvoso (15 exclusivos).

A abundância relativa dos grupos taxonômicos diferiu entre as zonas e períodos, com padrões distintos nos canais. No período seco, Polychaeta teve abundância relativa superior a 40% na zona não vegetada de ambos os canais, contudo comparativamente, no Velho a participação de Oligochaeta e Insecta foram mais expressivas. Por sua vez, a zona vegetada teve composição mais diversa, com destaque para Oligochaeta e Crustacea (Figura 5.A). No período chuvoso, em ambos os canais, Polychaeta dominou em todas as zonas, com participações próximas a 70%; com exceção da zona não vegetada do Velho, onde Oligochaeta representou cerca de 60% da abundância total (Figura 5.B).

Os organismos coletados em ambos os canais e períodos foram, em sua maioria, infaunais e, representaram cerca de 90% do total da macrofauna nas zonas não vegetada e vegetada (Figura 6.A). Apesar disso, os organismos epifaunais tiveram sua maior participação nas zonas vegetadas, com destaque no Velho e durante o período chuvoso, quando representaram cerca de 12% da macrofauna total (Material Suplementar J). Em relação ao modo de alimentação, comedores de depósito e comedores de detritos de superfície foram os mais abundantes durante o período seco. A composição das guildas da zona não vegetada foi a mais distinta entre os canais, com domínio de comedores de detritos no Mocoóca e de depósito no Velho. No período chuvoso, ocorreu uma diminuição na participação de detritívoros e crescimento no percentual de predadores (Figura 6.B) no Mocoóca, principalmente devido à alta participação do poliqueto *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937. No Velho aumentou a participação de comedores de depósito no período chuvoso (Material Suplementar K).

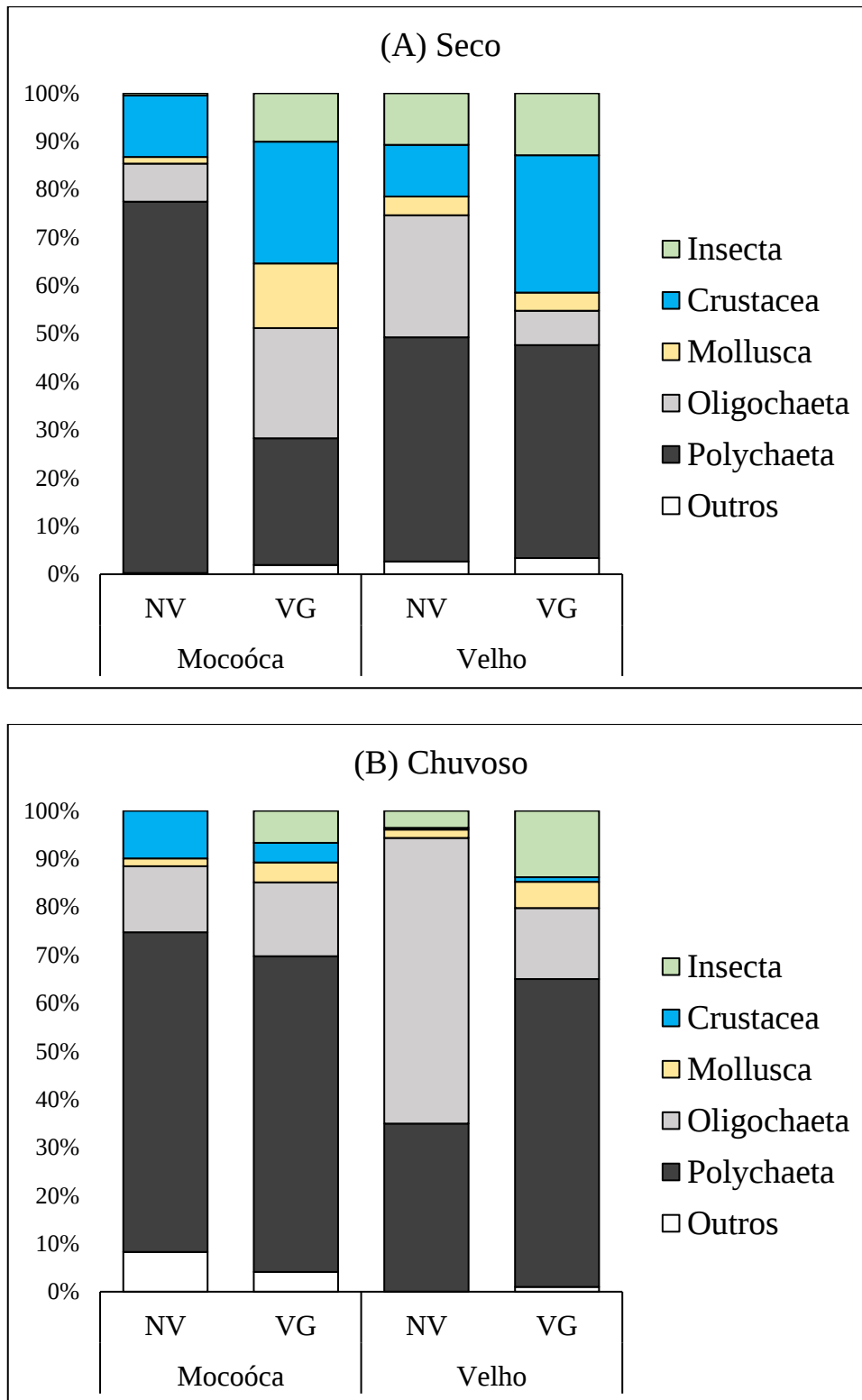


Fig. 5. Abundância relativa (%) de grupos taxonômicos da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil.

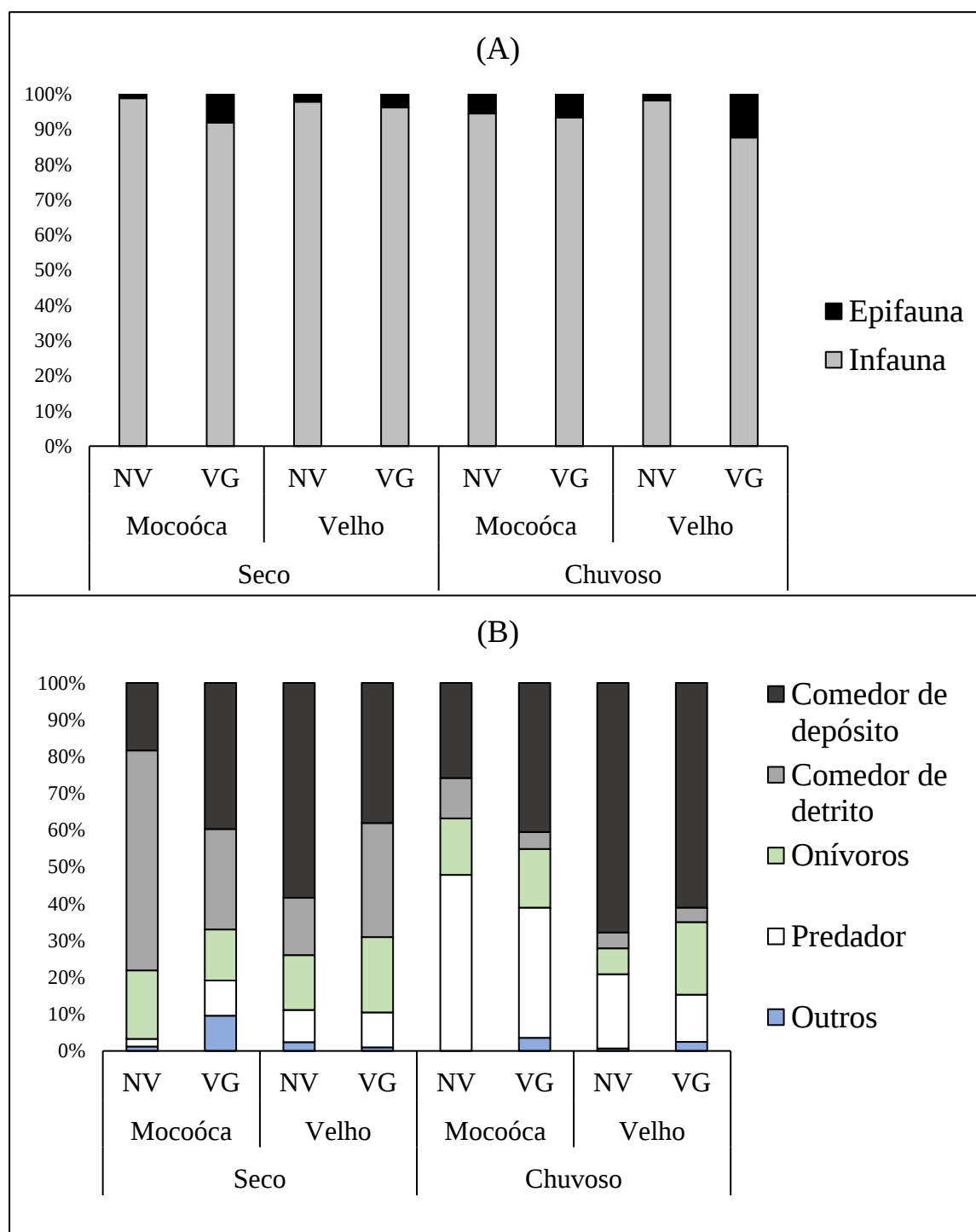


Fig. 6. Abundância relativa (%) de modos de vida (A) e guildas alimentares (B) da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeua, Costa Amazônica do Brasil. Outros: ectoparasitas, herbívoros e suspensívoros.

Descritores ecológicos e estrutura das assembleias

A ANOVA indicou variação significativa da densidade entre períodos ($F_{1-120}=4,77$; $p=0,031$) e zonas ($F_{1-120}=6,95$; $p=0,009$), mas não entre canais ($F_{1-120}=0,46$; $p=0,501$) e sem interações significativas entre os fatores avaliados (Material suplementar L). A zona não vegetada teve densidade significativamente maior do que a vegetada, em ambos os canais, mas somente durante o período seco. A densidade foi significativamente maior no período seco (médias de 2.638,4 e 2.527,7 ind.m⁻² para Velho e Mocoóca, respectivamente) que no chuvoso (médias de 1.992,5 e 1.419,3 ind.m⁻² para Velho e Mocoóca, respectivamente). Em relação às zonas, a redução da densidade no período chuvoso foi significativa apenas na não vegetada do Mocoóca (Figura 7.A).

A riqueza variou significativamente entre períodos ($F_{1-120}=6,39$; $p=0,013$), mas não entre canais ($F_{1-120}=0,37$; $p=0,543$) e zonas ($F_{1-120}=0,24$; $p=0,622$). Também não foram observadas interações entre os fatores temporais e espaciais. O período seco foi o mais rico, com média de 15 táxons/amostras, enquanto a média do período chuvoso foi de 8,5 táxons/amostra. Nas zonas, a redução de riqueza no período chuvoso foi significativa apenas para não vegetada do Velho (Figura 7.B). Para o índice de diversidade, não ocorreram diferenças entre canais ($F=2,54$; $p=0,114$), zonas ($F_{1-120}=1,40$; $p=0,239$) e períodos ($F_{1-120}=3,239$; $p=0,074$). Apesar dos resultados da ANOVA, o teste de Fisher LSD, indicou menor diversidade no período chuvoso na zona não vegetada do Velho (Figura 7.C) (Material Suplementar M).

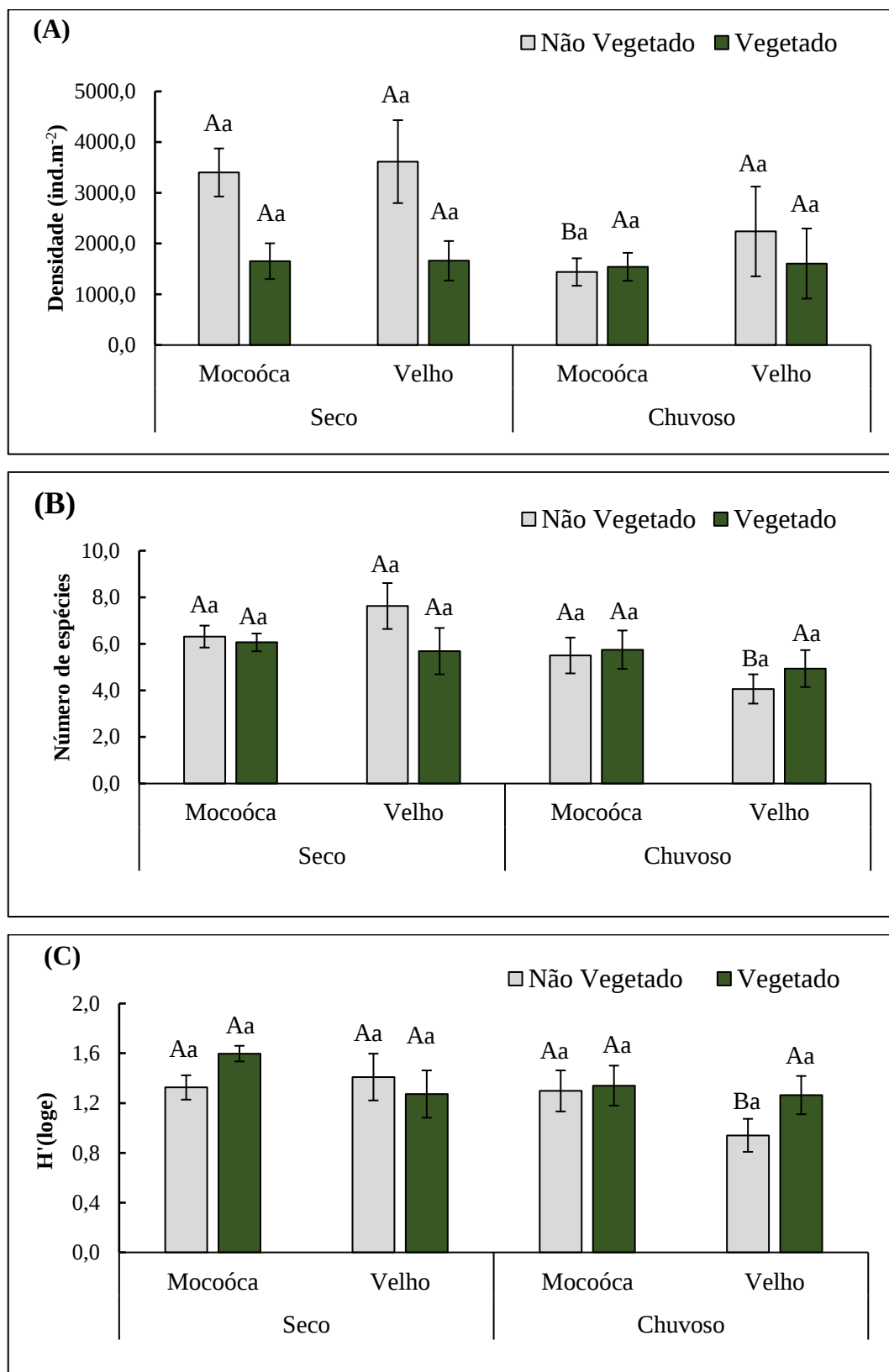


Fig. 7. Valores médios ($\pm$ erro padrão) de densidade (ind. m⁻²) (A), riqueza (B) e diversidade de H' (log) (C) da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. Letras indicam diferença significativa entre períodos (A $\neq$ B), canais (a $\neq$ b). * (p<0,05).

A PERMANOVA indicou variações significativas na estrutura taxonômica e funcional da comunidade entre todos os tratamentos considerados (Tabela 2). Interações entre os fatores indicaram que as diferenças espaciais foram distintas dentro de cada período, bem como as variações sazonais foram diferentes dentro de cada ambiente. Diferenças entre canais ocorreram em ambos os períodos. Dissimilaridades ocorreram também entre as zonas, dentro de cada canal, com exceção ao Velho no período seco. As mudanças sazonais ocorreram em todas as zonas e canais (Material Suplementar N).

Tab. 2. Resultados da análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) para comparações da estrutura (taxonômica e funcional) das assembleias da macrofauna bentônica entre os fatores espaciais (canais e zonas) e temporal (períodos sazonais). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil* ($p < 0,05$).

Assembleias da macrofauna bentônica				
Fonte de variação	df	MS	Pseudo-F	P(<i>perm</i>)
Períodos	1	14678	7,100	0,001*
Canais	1	12088	5,848	0,001*
Zonas	1	12117	5,862	0,001*
Período X Canal	1	8623,7	4,172	0,001*
Período X Zona	1	4748,3	2,297	0,015*
Canal X Zona	1	6754,4	3,267	0,002*
Período X Canal X Zona	1	3647,3	1,7644	0,065
Residual	120	2067,2		
Modo de vida				
Fonte de variação	df	MS	Pseudo-F	P(<i>perm</i>)
Períodos	1	9745,5	7,4347	0,003*
Canais	1	4762,2	3,633	0,023*
Zonas	1	8001	6,1039	0,004*
Período X Canal	1	329,41	0,2513	0,871
Período X Zona	1	4840,8	3,6929	0,029*
Canal X Zona	1	184,75	0,14094	0,912
Período X Canal X Zona	1	1111,2	0,84768	0,431
Residual	120	1310,8		
Alimentação				
Fonte de variação	df	MS	Pseudo-F	P(<i>perm</i>)
Períodos	1	22594	11,939	0,001*
Canais	1	6253,6	3,3044	0,008*
Zonas	1	6369,4	3,3656	0,005*
Período X Furo	1	3681,9	1,9455	0,087
Período X Zona	1	5495,5	2,9038	0,013*
Canais X Zona	1	4261,3	2,2516	0,031*
Período X Canal X Zona	1	2114,6	1,1174	0,376
Residual	120	1892,5		

No período seco, os dois primeiros eixos da CAP explicaram 88,4% das variações dos dados (Figura 8.A), com uma clara distinção entre as zonas, sobretudo para o Mocoóca. As espécies de poliquetos *Magelona* sp. e *Sigambra* sp. foram associados com a zona não vegetada do Mocoóca e o bivalve *Macoma* sp. com a sua zona vegetada. Por outro lado, o gastrópode *Melampus coffea* (Linnaeus, 1758), o caranguejo *Minuca rapax* (Smith, 1870) e o oligoqueto Tubificinae estiveram associados à zona vegetada desse canal (Figura 8.A). A largura do canal e o oxigênio dissolvido na água foram mais bem correlacionados com as amostra do Mocoóca. Os maiores percentuais de matéria orgânica e finos foram relacionados à zona vegetada do Mocoóca e ambas as zonas do Velho (Figura 8.B).

No período chuvoso, os dois primeiros eixos da CAP explicaram 76,5% da variação da macrofauna e novamente foram capazes de separar canais e zonas (Figura 9.A). Os táxons *Notomastus* sp. e Tabanidae foram os mais bem correlacionados com a zona vegetada de ambos os canais, enquanto *Hermundura* sp. com a zona não vegetada e *Paraprionospio* sp. com ambas as zonas do Velho, mas principalmente com a não vegetada. Espécies de *Nephtys* foram mais bem correlacionados com o Mocoóca, especialmente com a zona não vegetada (Figuras 9.A). Maiores percentuais de finos e de matéria orgânica foram associados com a macrofauna das zonas vegetada de ambos os canais. E novamente, maiores concentrações de oxigênio dissolvido e a largura do canal com amostras do Mocoóca (Figuras 9.B).

A Tabela 3 apresenta os táxons que mais contribuíram para a similaridade das zonas de cada canal, durante os períodos sazonais. De modo geral, táxons de anelídeos foram os mais importantes em ambos os canais. O gênero *Notomastus* foi indicado como um dos mais frequentes e abundantes na zona vegetada nos dois canais, em ambos os períodos. A espécie *L. culveri* foi especialmente importante na similaridade das zonas do Velho. Na zona não vegetada, Tubificinae foi indicado em ambos os períodos e canais, enquanto *Sigambra* sp. e *Magelona* sp. apenas no período seco do Mocoóca. Espécies de *Nephtys* foram indicadas como frequentes e abundantes nas zonas do Mocoóca no período chuvoso (Tabela 3).

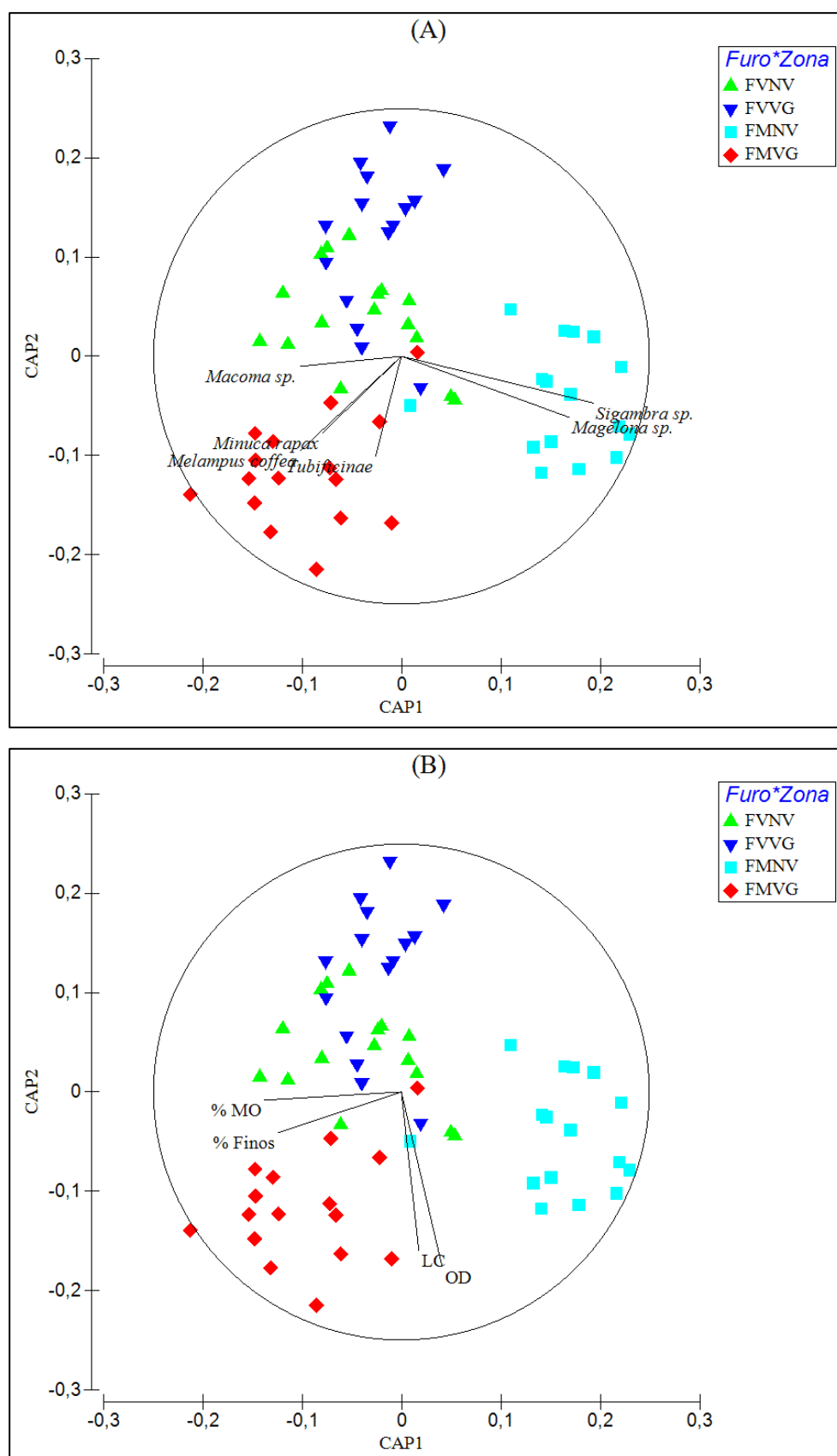


Fig. 8. Gráficos de Análise de Componentes Principais (PCA) baseados na macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período seco. Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.

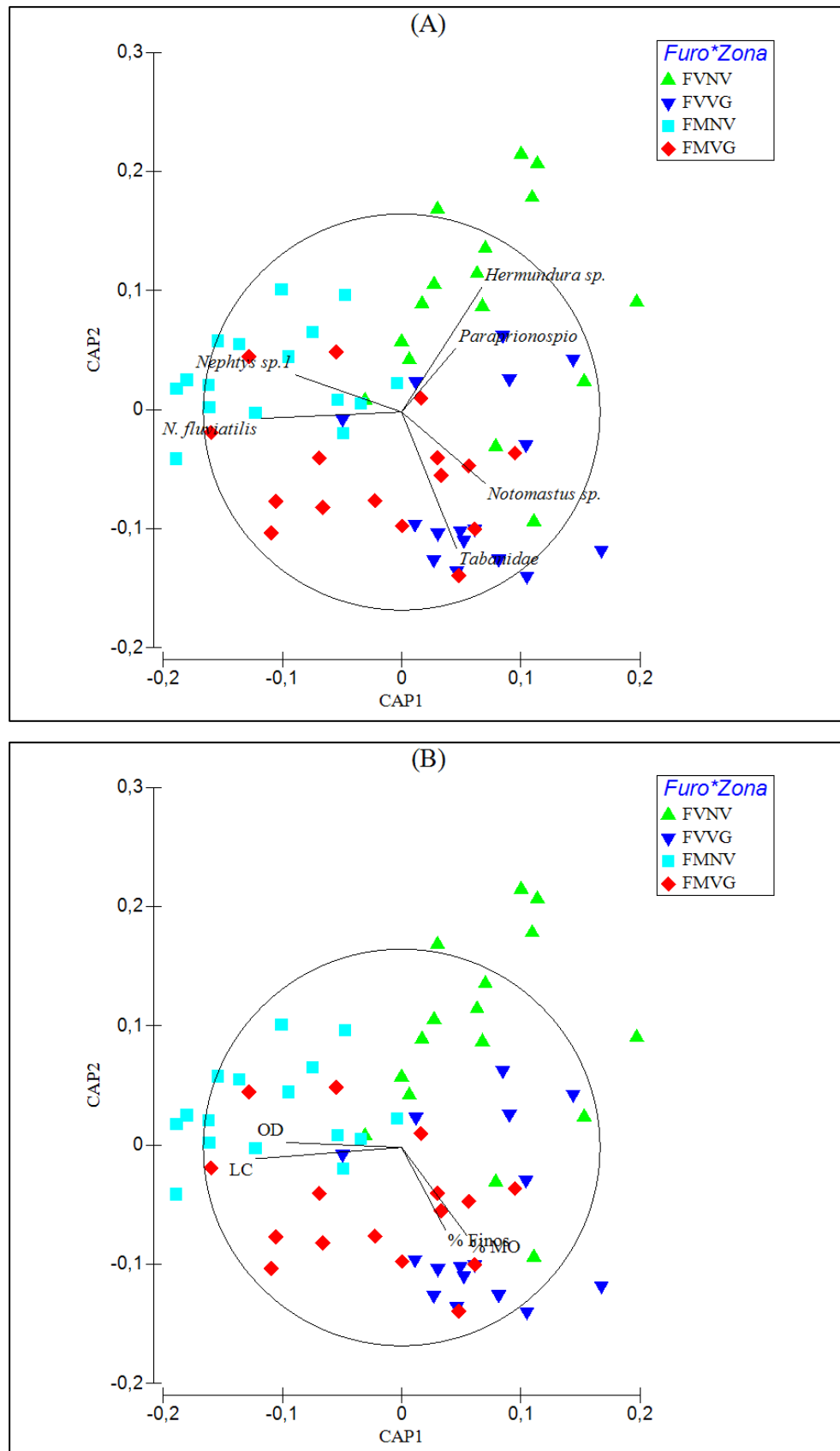


Fig. 9. Gráficos de Análise de Componentes Principais (PCA) baseados na macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período chuvoso. Ilha de Algodual-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.

Tab. 3. Contribuição dos táxons para as similaridades da macrofauna bentônica e canais estuarinos (Mocoóca e Velho) entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada). Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. As espécies que contribuíram com aproximadamente 50% da similaridade são apresentadas em ordem crescente de sua contribuição. Densidade = densidade média+erro padrão; Sim. média = Similaridade média; DP = Desvio padrão; Contrib. = Contribuição para a similaridade média; Cumul. = Contribuição acumulada. C = Crustacea; I = Insecta; O = Oligochaeta; P = Polychaeta.

Período Seco					
FV-NV (Average similarity = 21,95)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Notomastus</i> sp. (P)	3227,8±2653,5	3,52	0,61	16,03	16,03
Tubificinae (O)	3291,1±2223,3	3,49	0,76	15,92	31,95
<i>Laonereis culveri</i> (P)	348,1±108,1	2,72	0,5	12,4	44,35
<i>Halmyrapseudes</i> sp. (C)	1392,4±866,3	2,44	0,54	11,1	55,45
FV-VG (Average similarity = 22,04)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Laonereis culveri</i> (P)	538,0±249,8	7,13	0,47	32,33	32,33
<i>Notomastus</i> sp. (P)	822,8±388,4	4,49	0,59	20,36	52,69
FM-NV (Average similarity = 37,41)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Magelona</i> sp. (P)	6708,9±2062,6	10,99	1,01	29,37	29,37
<i>Sigambra</i> sp. (P)	1550,6±690,2	10,77	1,62	28,78	58,16
FM-VG (Average similarity = 31,05)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Tubificinae (O)	1297,5±391,4	12,18	1,6	39,25	39,25
<i>Notomastus</i> sp. (P)	506,3±171,4	5,88	0,75	18,93	58,18
Período Chuvoso					
FV-NV (Average similarity = 20,71)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Hermundura</i> sp. (P)	1392,4±892,1	9,43	0,81	45,52	45,52
Tubificinae (O)	5000,0±4831,9	4,18	0,51	20,16	65,69
FV-VG (Average similarity = 26,35)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Tabanidae (I)	411,4±60,6	11,92	0,81	45,26	45,26
<i>Notomastus</i> sp. (P)	632,9±268,5	5,11	0,59	19,4	64,66
FM-NV (Average similarity = 26,52)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Nephtys fluviatilis</i> (P)	1772,2±575,5	8,81	0,81	33,23	33,23
Tubificinae (O)	696,2±280,7	4,35	0,61	16,4	49,63
<i>Sigambra</i> sp. (P)	506,3±296,9	2,48	0,44	9,36	58,99
FM-VG (Average similarity = 21,36)					
Espécies	Dens. (ind.m ⁻²)	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Notomastus</i> sp. (P)	664,6±404,8	5,28	0,6	24,73	24,73
<i>Nephtys fluviatilis</i> (P)	1392,4±770,6	4,13	0,54	19,32	44,04
<i>Mediomastus</i> sp. (P)	443,0±332,4	2,45	0,43	11,46	55,51

O melhor modelo DistLM obtido, considerando as amostras do período seco e chuvoso, explicou cerca de 33% e 43% da variação na estrutura da macrofauna, respectivamente (Tabela 4). Os percentuais de matéria orgânica, finos (silte e argila), oxigênio dissolvido e largura do canal foram as variáveis ambientais que melhor se correlacionaram com a estrutura da macrofauna. Dentro de cada período foram observados resultados significativos na estrutura da comunidade.

Tab. 4. Melhores modelos lineares baseados na distância (DistLM) ajustados entre a estrutura da macrofauna e as variáveis ambientais. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil.

	<i>r</i> ²	Variáveis incluídas	<i>p</i>
Período Seco	0,338	% Matéria Orgânica	0,147
		% Finos	0,118
		Oxigênio Dissolvido mg/L	0,166
		Largura do Canal (m)	0,034*
Período Chuvoso	0,436	% Oxigênio Dissolvido mg/L	0,021*
		% Finos	0,020*
		Oxigênio Dissolvido mg/L	0,010*
		Largura do Canal (m)	0,002*

No período seco, a análise de redundância mostrou distinção entre os canais. As espécies de poliquetos *Magelona* sp. e *Sigambra* sp., e o oligoqueto Tubificinae foram associados à zona não vegetada do Mocoóca, enquanto a larva de Ceratopogonidae à zona não vegetada do Velho (Figura 10.A). A largura do canal e o oxigênio dissolvido na água foram mais bem correlacionados com o Mocoóca. Os maiores percentuais de finos e matéria orgânica foram relacionados a zona vegetada do Mocoóca e com ambas as zonas do Velho (Figura 10.B).

No período chuvoso, a análise de redundância novamente mostrou distinção entre os canais e entre zonas no Mocoóca (Figura 11.A). Os táxons *Notomastus* sp., *Syllis* sp., e Tabanidae foram os mais bem correlacionados com ambas as zonas do Velho, enquanto Enchytraeidae com a zona vegetada do Mocoóca. Espécies de *Nephtys* foram mais bem correlacionados com o Mocoóca, especialmente com a zona não vegetada (Figuras 11.A). Maiores percentuais de finos e de matérias orgânica foram associados com a macrofauna das zonas vegetada de ambos os canais. E novamente, maiores concentrações de oxigênio dissolvido e a largura do canal com amostras do Mocoóca (Figuras 11.B).

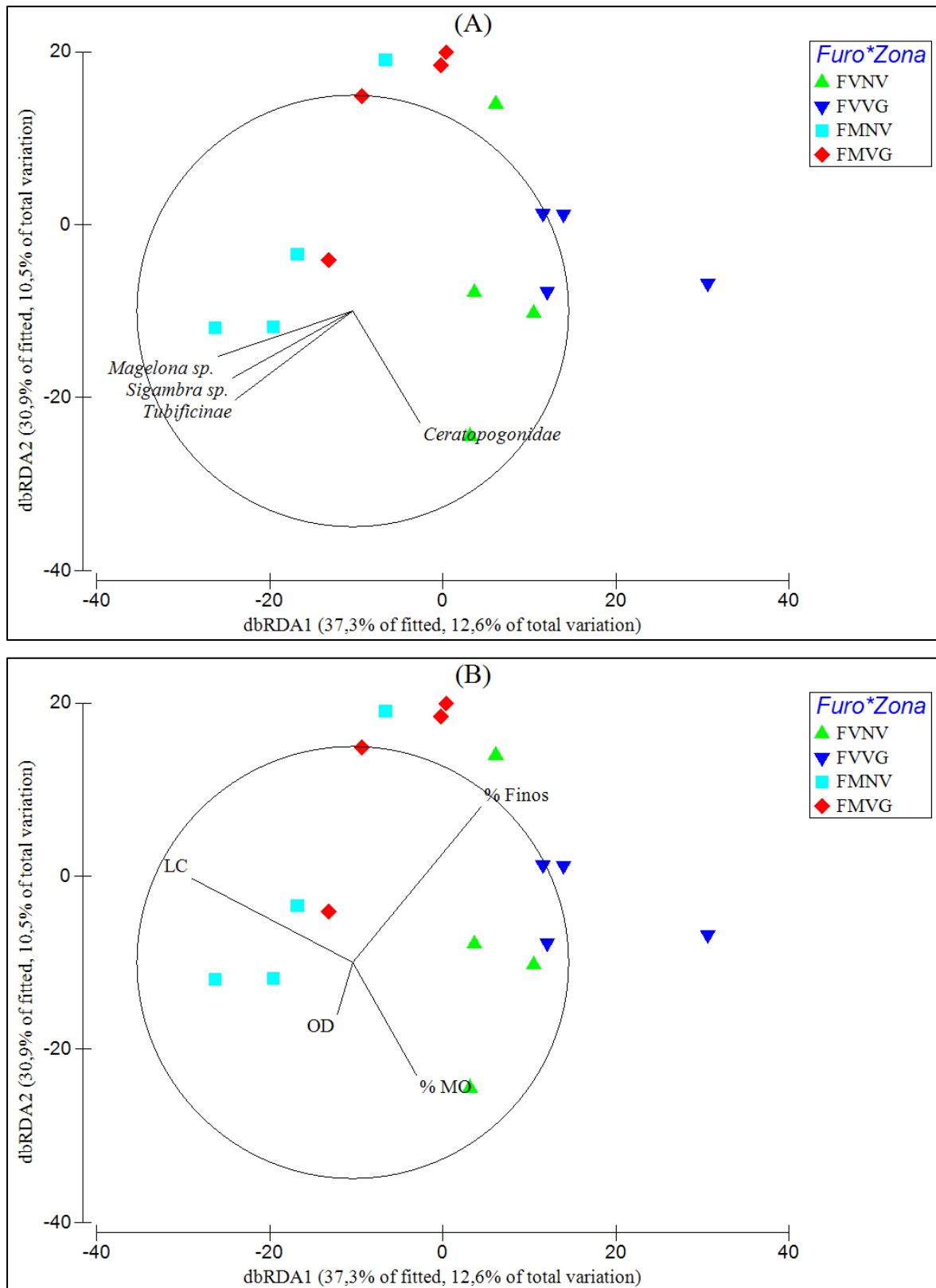


Fig. 10. Gráficos de Análise de redundância baseada na distância (dbRDA) para estrutura da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período seco. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.

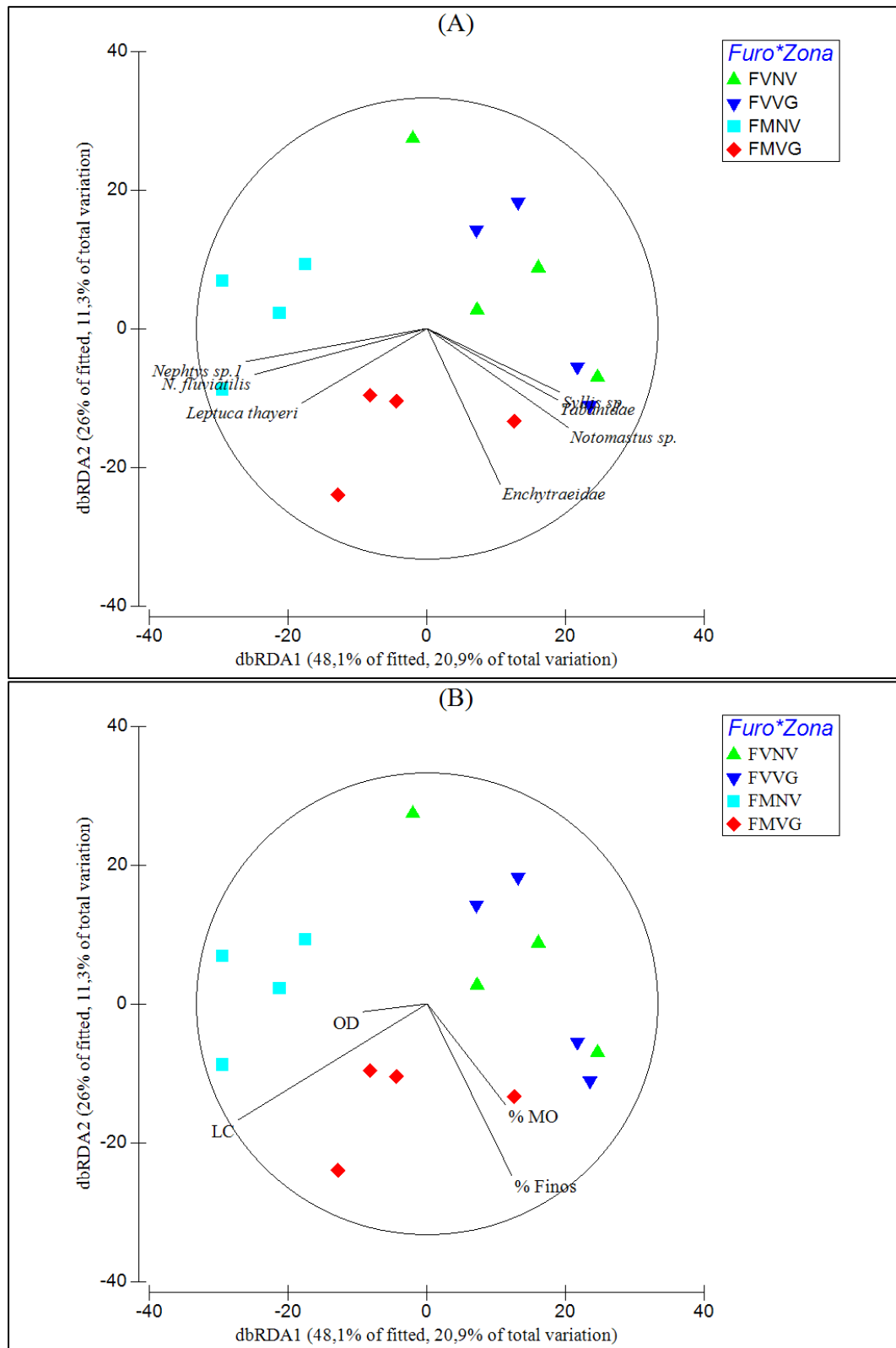


Fig. 11. Gráficos de Análise de redundância baseada na distância (dbRDA) para estrutura da macrofauna bentônica de canais estuarinos (Mocoóca e Velho) e zonas (NV: não vegetadas e VG: vegetada) no período chuvoso. Ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. MO% = matéria orgânica; % finos = silte e argila; OD = oxigênio dissolvido; LC = Largura do Canal.

4. DISCUSSÕES

Confirmando as hipóteses iniciais, ocorreram variações espaciais e temporais significativas na estrutura da comunidade macrobentônica nos diferentes habitats. As diferenças espaciais foram distintas dentro de cada período sazonal, bem como as variações sazonais foram diferentes dentro de cada ambiente (canal e zona do entremarés), com dissimilaridade na composição taxonômica e funcional. As variações espaciais foram influenciadas sobretudo, pelas características do sedimento, que mudaram entre os canais, bem como entre as zonas do entremarés vegetadas e não vegetadas. Por outro lado, as mudanças temporais parecem ser conduzidas pelas flutuações da salinidade no estuário.

As variáveis ambientais apresentaram variações temporais esperadas para região costeira amazônica, com expressiva redução na salinidade da água durante o período chuvoso, influenciada pelos níveis de precipitação e fluxo de água doce (Asp et al. 2013; Ferreira et al., 2020). No período chuvoso, além da queda da salinidade, ocorreu um aumento nos percentuais de finos no sedimento dos canais, o que pode ser devido ao maior fluxo fluvial, com grande aporte de materiais em suspensão no estuário (Asp et al., 2013; Gomes et al., 2020). Os valores de oxigênio dissolvido foram semelhantes ao observados em outros estudos realizados na costa amazônica (Alves et al., 2012; Lima et al., 2015), o maior fluxo fluvial do período chuvoso interfere na quantidade de oxigenação da água (Alves et al., 2012). Para sólidos totais dissolvidos na água, as maiores concentrações no período seco são similares ao registrado nas áreas de praias arenosas da ilha de Algodoal, como presumível resultado do aumento da hidrodinâmica local (Aviz et al., 2022). Além disso, padrões similares foram observados nas regiões do Rio Amazonas e Ilha do Marajó (Santos et al., 2008; Alves et al., 2012; Lima et al., 2015), maiores concentrações de material em suspensão.

As diferenças físicas entre os canais estuarinos da ilha de Algodoal-Maiandeuá estão associadas, sobretudo, à sua morfologia, incluindo a largura e forma do trecho. Diferenças morfológicas entre canais estuarinos podem resultar em distintos fluxos de entrada de água, influenciando também a dinâmica de sedimentos finos na região estuarina (Asp et al., 2013; Gomes et al., 2020; Schettini et al., 2020). Canais de maré de menor largura, que apresentam setores de estreitamento, como o Velho, podem ter fluxo d'água modificado, com regiões de baixos ou nulos gradientes de pressão e diminuição das velocidades de propagação da maré e por consequência, maior deposição de sedimentos, principalmente finos (silte/argila) (Nascimento et al., 2013; Schettini et al., 2020). Os percentuais mais elevados de silte e argila no Velho são um reflexo de condição de menor velocidade e retenção de finos. Adicionalmente, a presença e distribuição da vegetação nos canais também podem gerar mudanças de hidrodinâmica e transporte de sedimentos (Schettini et al., 2020; Gomes et al., 2025).

Em ambos os canais estudados, as zonas vegetadas foram mais lamosas e com maiores conteúdos orgânicos, do que as zonas não vegetadas. A vegetação de manguezais altera a dinâmica de circulação dos grãos na água e seus sistemas radiculares podem atuar no aprisionamento de sedimentos finos (argila/silte) (Furukawa et al., 1997). Entretanto, as zonas não vegetadas do Velho, apresentaram menor tamanho de grão, do que as não vegetadas do Mocoóca. Devido ao estreitamento do canal no Furo Velho, é possível que a vegetação possa ter maior influência na zona entremarés, mesmo na parte não vegetada, devido a redução da hidrodinâmica e maior sombreamento.

A macrofauna bentônica encontrada no presente estudo foi composta em sua maioria por vermes, com presença de táxons comumente encontrados em manguezais (Rosa Filho et al., 2006; Aviz et al., 2009; Ferreira et al., 2020; Braga et al., 2024; Santos et al., 2024) e fundo areno-lamosos (Rosa Filho et al., 2011; Aviz et al., 2019; Santos et al., 2021; Cardoso et al., 2023) de estuários amazônicos. A expressiva participação de anelídeos infaunais nos manguezais da ilha de Algodual é um padrão relatado para os fundos lamosos amazônicos (Rosa Filho et al., 2006; Rosa Filho & Aviz, 2013; Santos et al., 2020). A representatividade de anelídeos nos estuários está associada à sua adaptabilidade as variações ambientais, como da salinidade e da granulometria do sedimento, e sua diversidade alimentar (Fauchald & Jumars, 1979; Jumars et al., 2015; Rosa Filho et al., 2006; Checon et al., 2023; Braga et al., 2024).

A salinidade teve grande importância no padrão temporal da macrofauna bentônica dos manguezais da área de estudo, como ocorre em diversos ambientes da costa amazônica (Rosa Filho et al., 2006; Silva et al., 2011; Aviz et al., 2012; Braga et al., 2011, 2013). Em ambos os canais, ocorreu redução significativa da riqueza e densidade da macrofauna no período chuvoso, como presumível resultado do estresse causado pela queda de salinidade, similar ao observado em outros estuários amazônicos (Silva et al., 2011; Braga et al., 2013; Ferreira et al., 2020). Apesar disso, no período de chuvas, diferenças quantitativas entre as áreas vegetadas e não vegetadas não foram observadas, apesar de mantidas a dissimilaridade na composição. Isso pode ter ocorrido devido ao estresse causado pelas chuvas e baixa salinidade em ambas as zonas, associado ao menor efeito de dessecação e compactação na zona vegetada.

No período chuvoso a espécie *N. fluviatilis* aumentou sua densidade, indicando maior tolerância a baixa salinidade (Bemvenuti, 1994). Além disso, apresentou seus maiores valores de densidade no Mocoóca, principalmente na zona não vegetada, mais arenosa (+de 50% de areia). *N. fluviatilis* vem sendo reportada como abundante em estuários oligohalinos amazônicos (Aviz & Rosa Filho, 2013; Pinto et al., 2020). Contrariamente, as densidades de crustáceos foram maiores no período seco, reduzindo expressivamente no período de chuvas. Dentre esses está o peracárido

Halmyrapseudes spaansi Bacescu & Gutu, 1975, assim como anfípodos (*Elasmopus* sp.) e isópodos (*Sphaeroma annandalei* Stebbing, 1911).

A granulometria do sedimento é conhecida por ter grande relevância sobre a distribuição da macrofauna, sendo ela modificada pela presença de vegetação nos habitats (Lana & Guiss, 1991; 1992; Braga et al., 2024). Possivelmente, refletindo isso, a estrutura da macrofauna variou entre os furos e zonas. Embora mudanças quantitativas não tenham ocorrido entre os canais, a composição taxonômica e funcional foi dissimilar. Sedimentos mais lamoso do Furo Velho e os maiores percentuais de matéria orgânica estiveram associados ao maior domínio de vermes comedores de depósito, como oligoquetos e capitélídeos (Blake, 2000; Aviz et al., 2012) e detritívoros, como o tanaidáceo *Halmyrapseudes spaansi* Bacescu & Gutu, 1975 (Aviz et al., 2024). Por outro lado, espécies típicas de sedimentos mais arenosos como *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 e *Glycinde* sp. (Rosa Filho et al. 2009), tiveram destaque no Mocoóca. Por sua vez, *Sigambra* sp. foi associada a zona não vegetada do Mocoóca, confirmando sua preferência por ambientes areno-lamosos (Rosa Filho et al., 2006).

Houve maior densidade e riqueza nas zonas não vegetadas, mas apenas no período seco. Esse é um padrão inverso ao relatado em outros estudos conduzidos em estuários amazônicos, que indicaram bordas vegetadas de manguezais mais ricas e densas do que as não vegetadas (Braga et al., 2024; Santos et al., 2024). Similarmente, no estuário da Reserva da Biosfera de Hara (costa norte do Golfo Pérsico), a diversidade taxonômica e funcional foi comparativamente maior em habitats vegetados do que em não vegetados (Delfan et al., 2021). Contudo, em estudos desenvolvidos em manguezais de Nayband (Golfo Pérsico e de Omã – Irã) e na Baía do Araçá (São Paulo, costa do Brasil), com foco em poliquetos, a maior abundância ocorreu em habitats lamacentos e bancos de areia sem vegetação (Checon et al., 2017; Miri et al., 2023). Adicionalmente, Noviatry et al. (2020) sugeriram uma correlação negativa entre a abundância de macrofauna e a densidade dos mangues de Mempawah Park – Indonésia.

A forma como a estrutura dos manguezais influencia a distribuição da macrofauna bentônica ainda não está totalmente clara, as zonas de bosque podem oferecer temperaturas mais amenas e menores valores de salinidade (Santos et al., 2024) e, por outro, a vegetação modificando o substrato interfere na mobilidade ou alimentação, restringindo a ocorrência de alguns organismos (Freitas & Pagliosa, 2020). Os ambientes de fundo areno-lamoso não vegetados também podem apresentar distintas modificações no habitat, como os sistemas de cristas e calhas (ou canais) (Cardoso et al., 2023) e gradientes ambientais (Santos et al., 2021), que poderiam aumentar a complexidade do habitat e influenciariam a diversidade e densidade dos organismos. Diversos estudos têm mostrado que a vegetação pode ter efeitos negativos sobre organismos infaunais,

sobretudo vermes (Sweetman et al. 2010; Checon et al., 2017; Freitas & Pagliosa, 2020). Sedimento argilosos, por serem mais compactados podem interferir na bioturbação do solo, prejudicando a movimentação de vermes e limitando a ocorrência de algumas espécies (Sweetman et al., 2010; Freitas & Pagliosa, 2020), bem como podem prejudicar a respiração de organismos que utilizam brânquias para respirar (Snelglove & Butman, 1994). Além disso, não apenas a presença de vegetação, mas o tipo de vegetação tem efeitos diferentes sobre a macrofauna e, sua distribuição poderia estar mais relacionada com os sistemas radiculares, Freitas et al. (2021) em manguezais da Ilha de Santa Catarina observaram que a distribuição da macrofauna responde à estrutura do sistema radicular da vegetação, modificando sua capacidade de locomoção e alimentação.

Por exemplo, no estuário do Caeté na costa amazônica, áreas do entremarés colonizadas pela herbácea *Spartina alterniflora* foram mais propícias à ocupação da macrofauna do que as áreas não vegetadas (Braga et al., 2024). O sistema radicular menos denso e profundo da *S. alterniflora* pode trazer maior estabilidade ao sedimento, sem prejudicar as formas infaunais (Gomes et al., 2025). Por outro lado, áreas de bosque de manguezais, dominados por *Avicennia* e *Rhizophora*, como em Algodual (Carvalho & Jardim, 2017), têm rede de raízes complexa no sedimento e resultam em bancos de sedimento mais compactados e menos fluídos (Freitas et al., 2021; Gomes et al., 2025). De modo geral, a influência do habitat sobre a distribuição da macrofauna ainda é pouco compreendida, seja pela diversidade e complexidade espacial que os habitats apresentam e fatores ambientais locais e, as diferenças metodológicas entre estudos podem corroborar para as diferenças de resultados observados (Lee, 2007).

A diferença no tempo de emergência durante a maré-baixa e estresse de dessecação das zonas estudadas em Algodual, também são fatores que poderiam explicar a dissimilaridade encontrada, pois a zona vegetada constituía áreas de bosque a mais de 30 m da linha d'água, enquanto as não vegetadas estavam a poucos metros. Assim, as áreas não vegetadas ofereceriam sedimentos mais fluídos e úmidos, e por não terem cobertura vegetal, receberiam mais irradiação solar estimulando a produtividade do fitobentos, que pode ser fonte de alimento para diversos organismos (Hill et al., 1995; Stevenson, 1996). Dentre esses, estão comedores de detritos de superfície como *Magelona* sp., *Paraprionospio* sp. e *Sigambra* sp., mais frequentes nas zonas não vegetadas. Nessas zonas, foi também maior a ocorrência de predadores móveis, como *Nephtys*, *Glycinde* sp. e *Hermundura* sp. (Pettibone, 1982; Lana et al., 1989; Brasil & Silva, 2000). Essas espécies são predominantemente predadoras da macrofauna e associadas a fundos areno-lamosos (Lana et al., 1986; Bemvenuti, 1994; Rosa Filho et al., 2009). Outro fator relacionado ao tempo de emergência durante a maré-baixa é a possibilidade de variabilidade alimentar, como já foi relatado para

bivalves onívoros do gênero *Macoma*, que durante a maré-baixa se alimenta ingerindo depósitos e quando submerso pela maré se alimenta por suspensão (Brafeld & Newell, 1961).

Nas zonas vegetadas, de forma geral, comedores de depósito tiveram elevada na abundância, em ambos os períodos e canais. O gênero de capitélídeo *Notomastus* foi indicado como um dos mais frequentes e abundantes nessas zonas, nos dois canais. A alta abundância desse gênero é comum nos manguezais amazônicos (Cutrim et al., 2018; Santos et al., 2020; Ferreira et al., 2020), pois são típicos comedores de depósitos de fundos com elevados percentuais de matéria orgânica (Fauchald e Jumars, 1979; Jumars et al., 2015; Blake, 2000). Similarmente, oligoquetos Tubificinae, que são comedores de depósito, foram associados aos altos percentuais de lama e matéria orgânica das áreas vegetadas. Tais organismos, são considerados oportunistas, tolerantes a baixos percentuais de oxigênio dissolvido e que se beneficiam do enriquecimento orgânico (Rodriguez et al., 2001; Alves et al., 2006; Aviz et al., 2012). Além dos comedores de depósito, zonas vegetadas também podem favorecer a ocorrência de onívoros que se beneficiam dos microhabitats ofertados, como os espécimes do gênero *Namalycastis*, comumente associados a troncos de árvores caídos e hábitos alimentares diversificados (Fauchald e Jumars, 1979; Santos & Lana, 2001).

Apesar do domínio das formas infaunais, como esperado, as epifaunais tiveram maior ocorrência nas áreas vegetadas. Tais organismos foram representados em sua maioria por moluscos gastrópodes, insetos e crustáceos. As áreas vegetadas, que contém maior disponibilidade de serapilheira e detritos, podem sustentar melhor herbívoros comedores de detritos vegetais, como o gastrópode *Melampus coffea* (Linnaeus, 1758), que também utiliza a vegetação como refúgio durante o período de cheia das marés (Proffitt et al., 1993; Proffitt & Devlin, 2005). A vegetação oferece também diversos micronichos, como as folhas, troncos e raízes, que podem ser habitat para diversos organismos, incluindo insetos e aracnídeos associados ao meio terrestre (Odum & Heald, 1972; Proffitt & Devlin, 2005; Shermantz, 2003; Nagelkerken et al., 2008). Muitas espécies de caranguejos chama-maré constroem suas tocas preferencialmente em áreas de bosque, devido a maior proteção encontrada (correntes, exposição à radiação solar etc.) e a disponibilidade de detritos, como as espécies *Minuca vocator* e *Leptuca cumulanta* (Ferreira et al., 2019; Chen et al., 2022).

5. CONCLUSÕES

Confirmando as hipóteses iniciais, houve variações espaciais e temporais significativas na estrutura da comunidade macrobentônica. Entre canais, as modificações foram em relação a composição da macrofauna, com maior participação de anelídeos comedores de depósito no Furo Velho, mais lamoso, estreito e sinuoso. Enquanto no Furo da Mocoóca, mais largo e linear e com sedimento mais arenoso, predadores e comedores de detritos de superfície foram também abundantes. No geral, os maiores valores de densidade e riqueza ocorreram nas áreas não vegetadas, possivelmente devido a sedimentos menos compactados e mais úmido. No período chuvoso, ocorreu uma redução expressiva dos descritores biológicos em ambos os canais e zonas, como provável efeito da redução da salinidade do estuário.

Mesmo que estudos sobre a influência das vegetações sobre a comunidade macrobentônica já terem sido desenvolvidos na costa amazônica, novas questões foram abordadas, como efeitos combinados da estrutura de canais estuarinos e da presença da vegetação, bem como as implicações sobre a distância da linha d'água e a dessecação que os organismos podem ser submetidos. É importante considerar que no futuro, amostragens mais expressivas, com maior replicação espacial e temporal, medidas de hidrodinâmica e dados sobre sombreamento, temperatura, umidade e compactação do sedimento, gerariam respostas mais robustas sobre esses padrões poucos compreendidos, ainda mais em ambientes extremamente dinâmicos como os manguezais.

6. REFERÊNCIAS

- Alves, R. D. G., Marchese, M. R., & Escarpinati, S. C. (2006). Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the State of São Paulo, Brazil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 96(4). <https://doi.org/10.1590/S0073-47212006000400007>
- Alves, I. C. C., El-Robrini, M., Santos, M. de L. S., Monteiro, S. de M., Barbosa, L. P. F., & Guimarães, J. T. F. (2012). Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *Acta Amazonica*, 42(1). <https://doi.org/10.1590/s0044-59672012000100014>
- Arruda, E. P., Domaneschi, O., & Amaral, A. C. Z. (2003). Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo State, Brazil. *Marine Biology*, 143(4). <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1103-y>
- Asp, N. E., Amorim de Freitas, P. T., Gomes, V. J. C., & Gomes, J. D. (2013). Hydrodynamic overview and seasonal variation of estuaries at the eastern sector of the Amazonian coast. *Journal of Coastal Research*, 165. <https://doi.org/10.2112/si65-185.1>

Aviz, D., Mello, C. F. de, & Silva, P. F. da. (2009). Macrofauna associada às galerias de *Neoteredo reynei* (Bartsch, 1920) (Mollusca: Bivalvia) em troncos de *Rhizophora mangle* Linnaeus durante o período menos chuvoso, em manguezal de São Caetano de Odivelas, Pará (costa norte do Brasil). *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 4(1). <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v4i1.670>

Aviz, D., Rodrigues de Carvalho, I. L., & Souto Rosa Filho, J. (2012). Spatial and temporal changes in macrobenthic communities in the Amazon coastal zone (Guajará Estuary, Brazil) caused by discharge of urban effluents. *Scientia Marina*, 76(2). <https://doi.org/10.3989/scimar.03312.16c>

Aviz, D., da Silva, R. F., & Rosa Filho, J. S. (2019). *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae): an ecosystem engineer and promoter of zoobenthos diversity in the Brazilian Amazon coast. In *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (Vol. 99, Issue 5). <https://doi.org/10.1017/S0025315418001157>

Aviz, D., Rollnic, M., de Brito Albuquerque Nascimento, I., Pinheiro, L. A., & Filho, J. S. R. (2022). Temporal dynamics of a *Sabellaria wilsoni* (Sabellariidae: Polychaeta) reef on the Brazilian Amazon Coast. *Marine Ecology Progress Series*, 702. <https://doi.org/10.3354/meps14190>

Aviz, D., da Silva, R. F., & Rosa Filho, J. S. (2024). Structure of Intertidal Soft-Bottom Benthic Macrofauna of a Continental Island on the Amazon Coast. *Journal of Coastal Research*, 113(sp1), 966-970.

Beasley, C. R., Fernandes, M. E. B., Figueira, E. A. G., Sampaio, D. S., Melo, K. R., & Barros, R. S. (2010). *Mangrove Infauna and Sessile Epifauna*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13457-9_7

Blake, J. A. (2000). Family Capitellidae Grube. In: Blake JA, Hilbig B, Scott PH, editors. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Bárbara Channel vol. 7. The Annelida, Part 4. Polychaeta (Flabelligeridae to Sternaspidae). Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara California; 1862. p.47-96.

Brafield, A. E., & Newell, G. E. (1961). The Behaviour of *Macoma balthica* (L.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 41(1). <https://doi.org/10.1017/S0025315400santos001533>

Braga, C. F., Beasley, C. R., & Isaac, V. J. (2009). Effects of plant cover on the macrofauna of *Spartina* marshes in northern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(6). <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000600013>

Braga, C. F., Monteiro, V. F., Rosa Filho, J. S., & Beasley, C. R. (2011). Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes. *Wetlands Ecology and Management*, 19(3). <https://doi.org/10.1007/s11273-011-9215-5>

Braga, C. F., da Silva, R. F., Filho, J. S. R., & Beasley, C. R. (2013). Spatio-temporal changes in macroinfaunal assemblages of tropical saltmarshes, northern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(4).

- Braga, C. F., dos Santos, T. M. T., Filho, J. S. R., & Beasley, C. R. (2024). Variation in macrobenthic community of vegetated and unvegetated habitats in a macrotidal estuary of northern Brazilian Amazon coast. *Wetlands Ecology and Management*, 32(2). <https://doi.org/10.1007/s11273-023-09973-w>
- Bernardino, A. F., Gomes, L. E. de O., Hadlich, H. L., Andrades, R., & Correa, L. B. (2018). Mangrove clearing impacts on macrofaunal assemblages and benthic food webs in a tropical estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.008>
- Bemvenuti, C. E. (1994). O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica*, 16, 87-98.
- Brasil, A. C. D. S., & da Silva, S. H. G. (2000). Spatial distribution of polychaeta in a soft-bottom community at Saco do Céu, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 67(1).
- Cardoso, E. M. P., Petracco, M., Santos, T., Venekey, V., & Aviz, D. (2023). Effects of the ridge-and-runnel system on macrofaunal spatial distribution on a macrotidal sandy beach in the Brazilian Amazon coast. *Marine Ecology*, 44(4). <https://doi.org/10.1111/maec.12755>
- Carvalho, E. A., & Jardim, M. A. G. (2017). Composição e estrutura florística em bosques de manguezais paraenses, Brasil. *Ciencia Florestal*, 27 (3).
- Checon, H. H., Corte, G. N., Silva, C. F., Schaeffer-Novelli, Y., & Amaral, A. C. Z. (2017). Mangrove vegetation decreases density but does not affect species richness and trophic structure of intertidal polychaete assemblages. *Hydrobiologia*, 795(1). <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3128-0>
- Checon, H. H., Costa, H. H. R., Corte, G. N., Souza, F. M., & Pombo, M. (2023). Rainfall Influences the Patterns of Diversity and Species Distribution in Sandy Beaches of the Amazon Coast. *Sustainability (Switzerland)*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/su15065417>
- Chen, Q., Li, J., Zhang, L., Lu, H., Ren, H., & Jian, S. (2015). Changes in the macrobenthic faunal community during succession of a mangrove forest at Zhanjiang, South China. *Journal of Coastal Research*, 31(2). <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00019.1>
- Corte, G. N., Gonçalves-Souza, T., Checon, H. H., Siegle, E., Coleman, R. A., & Amaral, A. C. Z. (2018). When time affects space: Dispersal ability and extreme weather events determine metacommunity organization in marine sediments. *Marine Environmental Research*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.02.009>
- Cutrim, A. S. T., Santos Sousa, L. K., Passos Ribeiro, R., de Oliveira, V. M., & da Silva De Almeida, Z. (2018). Structure of a polychaete community in a mangrove in the northern coast of Brazil. *Acta Biologica Colombiana*, 23(3). <https://doi.org/10.15446/abc.v23n3.67245>

- Delfan, N., Shojaei, M. G., & Naderloo, R. (2021). Patterns of structural and functional diversity of macrofaunal communities in a subtropical mangrove ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107288>
- Dolbeth, M., Teixeira, H., Marques, J. C., & Pardal, M. Â. (2009). Feeding guild composition of a macrobenthic subtidal community along a depth gradient. *Scientia Marina*, 73(2). <https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n2225>
- Donnarumma, L., Sandulli, R., Appolloni, L., Sánchez-Lizaso, J. L., & Russo, G. F. (2018). Assessment of structural and functional diversity of mollusc assemblages within vermetid bioconstructions. *Diversity*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/d10030096>
- Ewel, K. C., Twilley, R. R., & Ong, J. E. (1998). Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1). <https://doi.org/10.2307/2997700>
- Fauchald, K., & Jumars, P. a. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 17(May).
- Ferreira, A. C., Alencar, C. E. R. D., & Bezerra, L. E. A. (2019). Interrelationships among ecological factors of brachyuran crabs, trees and soil in mangrove community assemblage in Northeast Brazil. *Community Ecology*, 20(3). <https://doi.org/10.1556/168.2019.20.3.8>
- Ferreira, H. R. S., de Castro, A. C. L., Cutrim, M. V. J., & de Oliveira, V. M. (2020). Composition and spatiotemporal distribution of benthic macrofauna in a macrotidal estuary on the amazonian coast of the state of Maranhão, Brazil. *Ocean and Coastal Research*, 68. <https://doi.org/10.1590/S2675-28242020068275>
- 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). <https://doi.org/10.1306/74d70646-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- Freitas, R. F., & Pagliosa, P. R. (2020). Mangrove benthic macrofauna: Drivers of community structure and functional traits at multiple spatial scales. *Marine Ecology Progress Series*, 638. <https://doi.org/10.3354/meps13260>
- Freitas, R. F., Brauko, K. M., & Pagliosa, P. R. (2021). Relationships between mangrove root system and benthic macrofauna distribution. *Hydrobiologia*, 848(6). <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04538-5>
- Furukawa, K., Wolanski, E., & Mueller, H. (1997). Currents and sediment transport in mangrove forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(3). <https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0120>
- Gomes, V. J. C., Asp, N. E., Siegle, E., McLachlan, R. L., Ogston, A. S., Silva, A. M. M., Nittrouer, C. A., & Souza, D. F. (2020). Connection between macrotidal estuaries along the southeastern

Amazon coast and its role in coastal progradation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106794>

Gomes, V. J., Achete, F. M., Siegle, E., de Freitas, P. P., e Silva, W. K. L., Gardunho, D. C., Fernandes, M. E. B. & Asp, N. E. (2025). The role of vegetation on sediment transport in a macrotidal fringe mangrove forest. *Ocean & Coastal Management*, 261, 107527.

Hadiyanto, H., Widyastuti, E., Arbi, U. Y., Vimono, I. B., Ulumuddin, Y. I., Dharmawan, I. W. E., & Prayudha, B. (2018). Mangrove vegetation and sediment type influences on macrobenthic infauna in overwashed mangrove ecosystems: A case study from Pari Islands, Jakarta, Indonesia. *Asian Journal of Conservation Biology*, 7(2).

Henriques-Oliveira, A. L., Nessimian, J. L., & Dorvillé, L. F. (2003). Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, 63(2). <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000200012>

Hill, W. R., Ryon, M. G., & Schilling, E. M. (1995). Light limitation in a stream ecosystem: Responses by primary producers and consumers. *Ecology*, 76(4). <https://doi.org/10.2307/1940936>

Hughes, Z. J. (2010). Tidal channels on tidal flats and marshes. In *Principles of Tidal Sedimentology*. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0123-6_11

Hutchison, J., Spalding, M., & Zu Ermgassen, P. (2014). The role of mangroves in fisheries enhancement. *The Nature Conservancy and Wetlands International*, 54, 434.

Jumars, P. A., Dorgan, K. M., & Lindsay, S. M. (2015). Diet of worms emended: An update of polychaete feeding guilds. *Annual Review of Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010814-020007>

Kon, K., Kurokura, H., & Tongnunui, P. (2010). Effects of the physical structure of mangrove vegetation on a benthic faunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 383(2). <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.11.015>

Lana, P.C., Almeida, M. V. O., de Freitas, C. A. F., Couto, E. D. C. G., Conti, L. M. P., Gonzalez-Peronti, A. L., Giles, A. G., Lopes, M. J. S., Silva, M.H. C. & Pedroso, L. A. (1989). Estrutura espacial de associações macrobênticas sublitorais da gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná). *Revista Nerítica*, 4(1/2), 119-136.

Lana, P. C., & Guiss, C. (1991). Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranagua Bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 73(2–3), 231–244. <https://doi.org/10.3354/meps073231>

- Lana, P. C., & Guiss, C. (1992). Macrofauna-plant-biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranagua Bay (SE Brazil). *Marine Ecology Progress Series*, 80(1). <https://doi.org/10.3354/meps080057>
- Lee, S. Y. (2008). Mangrove macrobenthos: Assemblages, services, and linkages. *Journal of Sea Research*, 59(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.seares.2007.05.002>
- Lima, M. W., Alves, M. A. M. S., Santos, M. L. S., Ribeiro, A. M., Santos, E. T., & Nunes, D. M. (2014). Influência do Ciclo de Maré na Variação dos Parâmetros Físico-Químicos no Estuário do Rio Curuçá, Nordeste Paraense. *Boletim Técnico Científico Do CEPNOR*, 14(1). <https://doi.org/10.17080/1676-5664/btcc.v14n1p9-15>
- Macdonald, T. a, Burd, B. J., Macdonald, V. I., Roodselaar, a van, & Road, W. S. (2010). Taxonomic and Feeding Guild Classification for the Marine Benthic Macroinvertebrates of the Strait of Georgia, British Columbia Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2874. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*.
- Marois, D. E., & Mitsch, W. J. (2015). Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands - A review. In *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* (Vol. 11, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/21513732.2014.997292>
- Martorano, L. G., Pereira, L., Cesar, E., & Pereira, I. C. B. (1993). Estudos climáticos do estado do para, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather). SUDAM, Belém, EMBRAPASNLCS, Rio de Janeiro.
- Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S., & Beck, M. W. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>
- Miri, M., Seyfabadi, J., Ghodrati Shojaei, M., Rahimian, H., & Valipour, M. (2023). Polychaete Diversity and Functional Trait Composition in Subtropical Mangrove Ecosystems. *Diversity*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/d15090998>
- Moens, T., & Vincx, M. (1997). Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 77(1). <https://doi.org/10.1017/s0025315400033889>
- Moraes, B. C., Costa, J. M. N., Costa, A. C. L., & Costa, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35(2). <https://doi.org/10.1590/s0044-59672005000200010>
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., & Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. In *Aquatic Botany* (Vol. 89, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>
- Nascimento, W. R., Souza-Filho, P. W. M., Proisy, C., Lucas, R. M., & Rosenqvist, A. (2013). Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.10.005>

Noviatri, S. E., Zahidah, Herawati, H., & Dewanti, L. P. (2020). The relationship between benthic macrofauna community structure and density of mangrove vegetation in Mempawah Mangrove Park, West Kalimantan, Indonesia. *World News of Natural Sciences*, 33(September).

O’Gorman, E. J., & Emmerson, M. C. (2010). Manipulating Interaction Strengths and the Consequences for Trivariate Patterns in a Marine Food Web. *In Advances in Ecological Research* (Vol. 42, Issue C). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381363-3.00006-X>

Pettibone, M. H. (1971). Revision of some species referred to *Leptonereis*, *Nicon*, and *Laeonereis* (Polychaeta: Nereididae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 104. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.104>

Pettibone, M. H. (1982) Annelida. In: Parker SB (ed) *Synopsis and Classification of Living Organisms 2*: 1-43. New York, McGraw Hill.

Pinheiro, M.A.A.; Dias Neto, J.; Santana, W.R.A.; Mantelatto, F.L.M.; Freire, A.S.; Rodrigues, A.M.T.; Oliveira, D.B.; Keunecke, K.A.; Santos, L.C.M.; Rodrigues, L.F.; Repinaldo, M.; Torres, R.A.; Scofield, V.; Santos, R.A.; Boos, H. 2024. *Leptuca thayeri*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br> Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.14778.2> - Acesso em: 08 de nov. de 2024.

Pinheiro, M.A.A.; Dias Neto, J.; Santana, W.R.A.; Mantelatto, F.L.M.; Freire, A.S.; Rodrigues, A.M.T.; Oliveira, D.B.; Keunecke, K.A.; Rodrigues, L.F.; Repinaldo, M.; Torres, R.A.; Scofield, V.; Santos, R.A.; Boos, H. 2024. *Minuca rapax*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br> Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.37002/salve.ficha.15084.2> - Acesso em: 08 de nov. de 2024.

Pinto, Á. J. de A., Tavares, V. B. da C., Pinheiro, S. C. C., Lima, M. de O., Aviz, D., & Lima, A. M. M. de. (2020). Benthic macroinvertebrates as bioindicators of environmental quality of Pará River estuary, a wetland of Eastern Amazon. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, 56(1). <https://doi.org/10.5327/z2176-947820200760>

Proffitt, C. E., & Devlin, D. J. (2005). Grazing by the intertidal gastropod *Melampus coffeus* greatly increases mangrove leaf litter degradation rates. *Marine Ecology Progress Series*, 296. <https://doi.org/10.3354/meps296209>

- Ramírez, J. A., Poillon, M. S., Gómez, M. A. M., & de León, D. A. S. (2012). Export of materials along a tidal river channel that links a coastal lagoon to the adjacent sea. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3). <https://doi.org/10.1590/S1679-87592012000300004>
- Rodriguez, P., Martinez-Madrid, M., Arrate, J. A., & Navarro, E. (2001). Selective feeding by the aquatic oligochaete *Tubifex tubifex* (Tubificidae, Clitellata). *Hydrobiologia*, 463. <https://doi.org/10.1023/A:1013199507341>
- Rosa Filho, J. S., Busma, D. V., Viana, A. P., Gregório, A. M., & Oliveira, D. M. (2006). Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 1(3). <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v1i3.733>
- Rosa Filho, J. S., Gomes, T. P., Almeida, M. F., & Silva, R. F. (2011). Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodoal Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*, SPEC. ISSUE 64.
- Rosa Filho, J. S. R., & Aviz, D. (2013). Macrobenthic communities of an Amazonian estuary (Guajará Bay, Brazil): temporal and spatial changes. *Journal of Coastal Research*, 65. <https://doi.org/10.2112/si65-022.1>
- Rosa Filho, J. S., Pereira, L. C. C., Aviz, D., Braga, C. F., Monteiro, M. C., da Costa, R. A. M., Asp, N. E., & Beasley, C. R. (2018). Benthic Estuarine Assemblages of the Brazilian North Coast (Amazonia Ecoregion). https://doi.org/10.1007/978-3-319-77779-5_2
- Rueda, J. L., Gofas, S., Urra, J., & Salas, C. (2009). A highly diverse molluscan assemblage associated with eelgrass beds (*Zostera marina* L.) in the Alboran Sea: Micro-habitat preference, feeding guilds and biogeographical distribution. *Scientia Marina*, 73(4). <https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n4679>
- Santos, C. S. G., & Lana, P. C. (2001). Nereididae (Annelida, Polychaeta) from the northeastern coast of the Brazil. II. Gênera *Namalycastis*, *Ceratocephale*, *Laeonereis* and *Rullierinereis*. *Iheringia - Serie Zoologia*, s/v(91). <https://doi.org/10.1590/s0073-47212001000200020>
- Santos, M. L. S., Medeiros, C., Muniz, K., Feitosa, F. A. N., Schwamborn, R., & Macêdo, S. J. (2008). Influence of the Amazon and Pará Rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent shelf. *Journal of Coastal Research*, 24(3). <https://doi.org/10.2112/05-0538.1>
- Santos, T. M. T., & Aviz, D. (2018). Macrobenthic fauna associated with *Diopatra cuprea* (Onuphidae: Polychaeta) tubes on a macrotidal sandy beach of the Brazilian Amazon Coast.

Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 99(4).
<https://doi.org/10.1017/S0025315418000711>

Santos, T. M. T., Rabelo, D. M. L., Beasley, C. R., & Braga, C. F. (2020). Vertical distribution of macrobenthic community of tropical saltmarshes on the Amazon coast. *Regional Studies in Marine Science*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101536>

Santos, T. M. T., de Almeida, M. F., Aviz, D., & Rosa Filho, J. S. (2021). Patterns of spatial and temporal distribution of the macrobenthic fauna on an estuarine macrotidal sandy beach on the Amazon coast (Brazil). *Marine Ecology*, 42(5). <https://doi.org/10.1111/maec.12675>

Santos, T. M. T., Aviz, D., & Rosa Filho, J. S. (2024). Variations in macrobenthic fauna of mangrove and unvegetated habitats in an Amazon estuary. *Wetlands Ecology and Management*, 1-16.

Schettini, C. A. F., Asp, N. E., Ogston, A. S., Gomes, V. J. C., McLachlan, R. L., Fernandes, M. E. B., Nittrouer, C. A., Truccolo, E. C., & Gardunho, D. C. L. (2020). Circulation and fine-sediment dynamics in the Amazon Macrotidal Mangrove Coast. *Earth Surface Processes and Landforms*, 45(3). <https://doi.org/10.1002/esp.4756>

SEMAS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. 1990. Lei Ordinária N° 5.621, de 27 de Novembro de 1990 DOE n° 26.861 DE 06/12/1990. Dispõe sobre a criação de área de proteção ambiental de Algodual-Maiandeuá no Município de Maracaná

Silva, F. L., Ruiz, S. S., Bochini, G. L., & Moreira, D. C. (2008). Functional feeding habits of Chironomidae larvae (Insecta, Diptera) in a lotic system from Midwestern region of São Paulo State, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(2)..

Silva, R. F., Rosa Filho, J. S., Souza, S. R., & Souza-Filho, P. W. (2011). Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). *Journal of Coastal Research*, SPEC. ISSUE 64.

Sherman, P. M. (2003). Effects of Land Crabs on Leaf Litter Distributions and Accumulations in a Mainland Tropical Rain Forest. *Biotropica*, 35(3). <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00590.x>

Souza Filho, P. W. M. (2005). Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4). <https://doi.org/10.1590/s0102-261x2005000400006>

Snelgrove, P. V. R., & Butman, C. A. (1994). Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. In *Oceanography and marine biology: an annual review*. Vol. 32.

Spalding, M. D., Blasco, F., & Field, C. (1997). *World Mangrove Atlas*. The International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japan, 1997.

Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). Book review: *World atlas of mangroves*. *Wetlands*, 31(5).

Stevenson, R. J. (1996). An Introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. In *Algal Ecology*. <https://doi.org/10.1016/b978-012668450-6/50030-8>

Suguió, K. (1973). Introdução a Sedimentologia. In *Introdução a Sedimentologia* (Vol. 6, Issue 1).

Sweetman, A. K., Middelburg, J. J., Berle, A. M., Bernardino, A. F., Schander, C., Demopoulos, A. W. J., & Smith, C. R. (2010). Impacts of exotic mangrove forests and mangrove deforestation on carbon remineralization and ecosystem functioning in marine sediments. *Biogeosciences*, 7(7). <https://doi.org/10.5194/bg-7-2129-2010>

Taylor, J. D., & Reid, D. G. (1984). The abundance and trophic classification of molluscs upon coral reefs in the sudanese red sea. *Journal of Natural History*, 18(2). <https://doi.org/10.1080/00222938400770151>

Urra, J., Gofas, S., Rueda, J. L., Marina, P., Mateo-Ramírez, Á., Antit, M., & Salas, C. (2017). Biodiversity and biogeographical patterns of molluscan assemblages in vegetated and unvegetated habitats in the northern Alboran Sea (W Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity*, 47(1). <https://doi.org/10.1007/s12526-016-0468-3>

Vale, C. C., Cintrón-Molero, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (2023). The Brazilian Coastal Landscapes: A Narrative. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13486-9_1

Venekey, V., Melo, T. P. G., & Rosa Filho, J. S. (2019). Effects of seasonal fluctuation of amazon river discharge on the spatial and temporal changes of meiofauna and nematodes in the amazonian coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106330>

Yokoyama, H. (1988). Effects of temperature on the feeding activity and growth rate of the spionid polychaete *Paraprionospio* sp. (form A). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 123(1). [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(88\)90108-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(88)90108-6)

Yan, R., Wang, X., Wang, C., & Han, Q. (2021). Spatial and temporal distributions of macrobenthic feeding guilds and their influencing factors in Hangzhou Bay and its adjacent areas. *Regional Studies in Marine Science*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102029>

Wetzel, R. G., & Likens, G. E. (1991). Organic Matter. *Limnological Analyses*, 129-137.

VII. CONCLUSÕES GERAIS E PESPECTIVAS

A comunidade macrobentônica dos manguezais da Ilha de Algodual–Maiandeuá foi composta por diversos táxons (85 espécies/morfoespécies), com domínio de vermes Annelida. De modo geral, os resultados apoiaram as hipóteses iniciais, que a estrutura da comunidade varia entre canais com diferentes morfologia, entre as zonas do entremarés com e sem vegetação e entre os períodos sazonais. Ao comparar os canais, as mudanças foram em relação a composição da macrofauna, com maior participação de anelídeos comedores de depósito no Furo Velho, mais lamoso, estreito e sinuoso. Enquanto no Furo da Mocoóca, mais largo e linear e com sedimento mais arenoso, predadores e comedores de detritos de superfície foram também abundantes. No geral, os maiores valores de densidade e riqueza ocorreram nas áreas não vegetadas, possivelmente devido a sedimentos menos compactados e mais úmido. No período chuvoso, ocorreu uma redução expressiva dos descritores biológicos em ambos os canais e zonas, como provável efeito da redução da salinidade do estuário.

O presente estudo apresentou novas informações sobre a distribuição espacial da comunidade macrobentônica nos estuários da costa amazônica brasileira, dominados por manguezais. Embora alguns padrões observados sejam comuns em outros estudos desenvolvidos na região, dados sobre a variabilidade espacial, considerando a morfologia de canais estuarinos são pouco explorados. Os resultados servem como base para hipóteses de novos estudos na região, pois relações de causa e efeito entre macrofauna, presença da vegetação e variáveis ambientais precisam ser mais bem determinadas.

Ainda, tendo em vista que a Ilha de Algodual–Maiandeuá é uma área de proteção ambiental, dados sobre a identidade e dinâmica da biodiversidade são de grande importância para planos de gerenciamento e preservação dos recursos aquáticos. Estudos com a fauna bentônica de manguezais da Ilha praticamente inexistiam, e agora as informações geradas podem se somar as existentes em outros habitats (como praias, marismas e recifes biológicos), permitindo um melhor entendimento sobre as comunidades locais.

Dessa forma, o presente estudo acrescenta novas informações sobre a distribuição da comunidade macrobentônica nos estuários da costa amazônica brasileira e, seus resultados podem fomentar bases para o desenvolvimento de novos estudos na região.

VII. MATERIAL SUPLEMENTAR - CAPÍTULO 1

Material suplementar A. Dados de precipitação pluviométrica (precipitação mensal acumulada) registrada de janeiro de 2022 a dezembro de 2023 registrados na Estação de Marapanim, Costa Amazônica do Brasil (código: 47005), distante cerca de 10km da ilha, obtidos junto ao banco de dados eletrônico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA – <https://dadosabertos.ana.gov.br/>). ● Indicam os meses de amostragem.

Estação-Código	Nível-Consistência	Data	Tipo Medição-Chuvas	Máxima	Total (mm)	Dia Máxima	Nº Dias De Chuva
47005	1	01/12/2023	1	7,4	24,4	20	6
47005	1	01/11/2023	1	0	0	1	0
47005	1	01/10/2023	1	0	0	1	0
47005	1	01/09/2023	1	0	0	1	
47005	1	01/08/2023	1	11	11	2	1
47005	1	01/07/2023	1	19	72,1	13	8
47005	1	01/06/2023	1	45,6	162,7	2	16
47005	1	01/05/2023●	1	72,5	333,7	10	16
47005	1	01/04/2023	1	64,6	397,5	10	23
47005	1	01/03/2023	1	82,6	553,3	17	20
47005	1	01/02/2023	1		546,9		
47005	1	01/01/2023	1	85,9	439,9	25	13
47005	1	01/12/2022	1	53,2	113	23	7
47005	1	01/11/2022●	1	123,1	138,6	8	3
47005	1	01/10/2022	1	9,7	9,7	26	1
47005	1	01/09/2022	1	17,5	17,5	7	1
47005	1	01/08/2022	1	25	56,6	27	5
47005	1	01/07/2022	1	26	113,6	6	9
47005	1	01/06/2022	1	25,6	47,7	10	5
47005	1	01/05/2022	1	88,9	386,3	20	18
47005	1	01/04/2022	1	101,6	620,5	23	21
47005	1	01/03/2022	1	135,2	840,2	15	28
47005	1	01/02/2022	1	43,4	237,2	7	10
47005	1	01/01/2022	1	174,5	602,7	29	16

Material suplementar B. Valores médios ($\pm$ erro padrão) das variáveis ambientais da água para canais estuarinos da ilha de Algodoal-Maiandeuá, Costa Amazônica do Brasil. STD = sólidos totais dissolvidos; OD = oxigênio dissolvido. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre períodos ($A \neq B$) e canais ($a \neq b$).

Variáveis	Salinidade	STD	OD mg/L
Seco	32,05 $\pm$ 0,30 A	49,25 $\pm$ 0,40 A	7,59 $\pm$ 0,07 A
Furo da Mocoóca	31,29 $\pm$ 0,4 a	48,15 $\pm$ 0,5 a	7,76 $\pm$ 0,1 a
Furo Velho	32,89 $\pm$ 0,3 b	50,04 $\pm$ 0,4 a	7,38 $\pm$ 0,1 a
Chuvoso	10,5 $\pm$ 0,38 B	17,7 $\pm$ 0,61 B	6,59 $\pm$ 0,36 B
Furo da Mocoóca	10,50 $\pm$ 0,0 a	17,61 $\pm$ 0,1 a	6,84 $\pm$ 0,1 a
Furo Velho	10,15 $\pm$ 0,8 a	17,08 $\pm$ 1,3 a	4,82 $\pm$ 0,5 b
ANOVA			
Período (1)	F=2295,404*	F=2034,581*	F=43,877*
Canais (2)	F=1,893	F=0,916	F=21,148*
1 x 2	F=4,607*	F=3,168	F=9,713*

Material suplementar C. Resultados da análise de variância bi-fatorial (ANOVA) para as comparações das variáveis ambientais da água entre períodos (seco e chuvoso) e canais (Furo da Mocoóca e Velho). *Variação significativa ($p < 0,05$).

Salinidade				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1	14390,561	8718,250	0,000
Período	1	3788,851	2295,404	0,000*
Furo	1	3,125	1,893	0,180
Período X Canal	1	7,605	4,607	0,041*
Error	28	1,651		
Sólidos totais dissolvidos				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1	35349,411	8931,255	0,000
Período	1	8052,757	2034,581	0,000*
Canal	1	3,625	0,916	0,347
Período X Canal	1	12,538	3,168	0,086
Error	28	3,958		
Oxigênio Dissolvido mg/L				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1	1436,748	2610,239	0,000
Período	1	24,151	43,877	0,000*
Canal	1	11,640	21,148	0,000*
Período X Canal	1	5,346	9,713	0,004*
Error	28	0,550		

Material suplementar D. Resultados do teste de Fisher LSD para as comparações das variáveis ambientais da água entre períodos (seco e chuvoso) e canais (Furos da Mocoóca e Velho) em testes aos pares. *Variação significativa ($p < 0,05$).

Salinidade	p
Período Seco FV X Período Seco FM	0,019*
Período Chuvoso FV X Período Chuvoso FM	0,590
Período Seco FV X Período Chuvoso FV	0,000*
Período Seco FM X Período Chuvoso FM	0,000*
Sólidos totais dissolvidos	
Período Seco FV X Período Seco FM	0,063
Período Chuvoso FV X Período Chuvoso FM	0,565
Período Seco FV X Período Chuvoso FV	0,000*
Período Seco FM X Período Chuvoso FM	0,000*
Oxigênio Dissolvido mg/L	
Período Seco FV X Período Seco FM	0,304
Período Chuvoso FV X Período Chuvoso FM	0,000*
Período Seco FV X Período Chuvoso FV	0,000*
Período Seco FM X Período Chuvoso FM	0,019*

Material suplementar E. Resultados da análise de variância unifatorial (ANOVA) para as comparações de largura entre canais (Furos da Mocoóca e Velho). * Variação significativa ($p < 0,05$).

Largura de Canal				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1	119001,3	70,48455	0,000156
Canal	1	75506,9	44,72282	0,000542*
Error	6	1688,3		

Material suplementar F. Resultados da análise de variância tri-fatorial (ANOVA) para as comparações das características granulométrica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas). * Variação significativa ($p < 0,05$).

Média do Grão (Φ)				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	756,018	5328,134	0,000
Períodos	1,000	0,210	1,481	0,236
Canais	1,000	1,161	8,182	0,009*
Zonas	1,000	0,310	2,188	0,153
Período X Canal	1,000	0,093	0,653	0,427
Período X Zona	1,000	0,235	1,656	0,211
Canal X Zona	1,000	0,072	0,505	0,485
Período X Canal X Zona	1,000	0,013	0,090	0,767
Error	23,000	0,142		
Seleção				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	0,126	0,149	0,703
Períodos	1,000	2,853	3,370	0,079
Canais	1,000	0,184	0,217	0,646
Zonas	1,000	6,062	7,159	0,014*
Período X Canal	1,000	0,332	0,392	0,538
Período X Zona	1,000	0,002	0,002	0,961
Canal X Zona	1,000	0,106	0,126	0,726
Período X Furo X Zona	1,000	1,672	1,974	0,173
Error	23,000	0,847		
Curtose				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	4,164	1,425	0,245
Períodos	1,000	4,103	1,404	0,248
Canais	1,000	0,280	0,096	0,760
Zonas	1,000	0,742	0,254	0,619
Período X Canal	1,000	0,771	0,264	0,612
Período X Zona	1,000	1,391	0,476	0,497
Canal X Zona	1,000	3,331	1,140	0,297
Período X Canal X Zona	1,000	3,806	1,303	0,265
Error	23,000	2,922		
%Argila				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	36077,197	113,967	0,000
Período	1,000	1432,307	4,525	0,044*
Zonas	1,000	2056,821	6,497	0,018*
Canais	1,000	189,412	0,599	0,447
Período X Zona	1,000	22,518	0,071	0,792
Zona X Canal	1,000	39,747	0,126	0,726
PERÍODO X CANAL	1,000	177,949	0,562	0,461

Período X Canal X Zona	1,000	427,426	1,350	0,257
Error	23,000	316,559		
%Silte				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	14266,886	459,922	0,000
Períodos	1,000	1,546	0,050	0,825
Canais	1,000	0,002	0,000	0,994
Zonas	1,000	549,854	17,726	0,000*
Período X Canal	1,000	3,830	0,123	0,729
Período X Zona	1,000	2,704	0,087	0,770
Canal X Zona	1,000	86,116	2,776	0,109
Período X Canal X Zona	1,000	67,104	2,163	0,155
Error	23,000	31,020		
%Areia				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	59960,785	152,592	0,000
Períodos	1,000	1339,574	3,409	0,078
Canais	1,000	190,738	0,485	0,493
Zonas	1,000	4733,146	12,045	0,002*
Período X Canal	1,000	234,016	0,596	0,448
Período X Zona	1,000	9,620	0,024	0,877
Canal X Zona	1,000	242,716	0,618	0,440
Período X Canal X Zona	1,000	833,513	2,121	0,159
Error	23,000	392,947		
%Matéria Orgânica				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	6783,472	98,456	0,000
Canais	1,000	61,625	0,894	0,348
Período	1,000	100,884	1,464	0,231
Zona	1,000	779,536	11,314	0,001*
Período X Canal	1,000	30,328	0,440	0,510
Período X Zona	1,000	4,631	0,067	0,796
Canal X Zona	1,000	40,420	0,587	0,447
Período X Canal X Zona	1,000	158,624	2,302	0,135
Error	56,000	68,898		

Material suplementar G. Resultados do teste de Fisher LSD para as comparações das características granulométrica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas) em testes aos pares. * Variação significativa ($p < 0,05$).

Média do Grão (Φ)	p		p		p
Furo Velho		Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
FV NV Seco X FV VG Seco	0,575	FV NV Seco X FM VG Seco	0,680	FV NV Seco X FM NV Seco	0,026*
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,119	FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,241	FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,221
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,483	FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,078	FV VG Seco X FM VG Seco	0,222
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,787	FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,825	FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,411
Seleção					
Furo Velho		Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
FV NV Seco X FV VG Seco	0,187	FV NV Seco X FM VG Seco	0,578	FV NV Seco X FM NV Seco	0,983
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,909	FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,064	FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,322
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,088	FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,402	FV VG Seco X FM VG Seco	0,423
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,662	FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,035*	FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,337
Curtose					
Furo Velho		Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
FV NV Seco X FV VG Seco	0,572	FV NV Seco X FM VG Seco	0,947	FV NV Seco X FM NV Seco	0,948
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,918	FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,085	FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,897
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,958	FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,896	FV VG Seco X FM VG Seco	0,487
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,609	FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,096	FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,135
% Argila					
Furo Velho		Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
FV NV Seco X FV VG Seco	0,258	FV NV Seco X FM VG Seco	0,467	FV NV Seco X FM NV Seco	0,718
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,822	FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,038*	FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,282
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,158	FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,459	FV VG Seco X FM VG Seco	0,440
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,514	FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,037*	FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,454
% Silte					

Furo Velho

FV NV Seco X FV VG Seco	0,549
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,280
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,053
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,695

Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM VG Seco	0,598
FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,512
FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,025*

Furo Velho X Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM NV Seco	0,780
FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,939
FV VG Seco X FM VG Seco	0,167

% Areias**Furo Velho**

FV NV Seco X FV VG Seco	0,238
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,916
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,072
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,487

Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM VG Seco	0,613
FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,042*
FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,190
FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,006

Furo Velho X Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM NV Seco	0,688
FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,323
FV VG Seco X FM VG Seco	0,280
FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,249

% MO**Furo Velho**

FV NV Seco X FV VG Seco	0,059
FV NV Chuvoso X FV VG Chuvoso	0,506
FV NV Seco X FV NV Chuvoso	0,371
FV VG Seco X FV VG Chuvoso	0,723

Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM VG Seco	0,244
FM NV Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,005*
FM NV Seco X FM NV Chuvoso	0,962
FM VG Seco X FM VG Chuvoso	0,073

Furo Velho X Furo da Mocoóca

FV NV Seco X FM NV Seco	0,670
FV NV Chuvoso X FM NV Chuvoso	0,205
FV VG Seco X FM VG Seco	0,243
FV VG Chuvoso X FM VG Chuvoso	0,321

Material suplementar H: Lista de táxons (densidade média $\pm$ erro padrão) macrofauna bentônica do Furo Velho entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (vegetadas e não vegetadas). ● Indicam espécimes depositados nas coleções científicas de invertebrados do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Táxon	Furo Velho				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso		Modo de Vida	Alimentação
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado		
ANNELIDA						
Clitellata						
Enchytraeida						
Enchytraeidae ●	348,1 $\pm$ 79,6	158,2 $\pm$ 119,8	316,5 $\pm$ 196,8	316,5 $\pm$ 209,9	Infauna	ON
Tubificida						
Naidinae ●	31,6 $\pm$ 31,6	-	-	-	Infauna	DET
Tubificinae ●	3291,1 $\pm$ 2223,3	316,5 $\pm$ 150,7	5000,0 $\pm$ 4831,9	632,9 $\pm$ 479,2	Infauna	DEP
Polychaeta						
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847) ●	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Boccardiella</i> sp. ●	-	-	31,6 $\pm$ 31,6	-	Infauna	DET
<i>Capitella</i> sp. ●	443,0 $\pm$ 209,9	189,9 $\pm$ 150,7	158,2 $\pm$ 79,6	126,6 $\pm$ 89,5	Infauna	DEP
<i>Cossura</i> sp. ●	158,2 $\pm$ 94,9	791,1 $\pm$ 707,4	-	1360,8 $\pm$ 1360,8	Infauna	DEP
Eunicidae	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Glycinde</i> sp. ●	-	-	-	-	Infauna	PRE
<i>Hermundura</i> sp. ●	31,6 $\pm$ 31,6	-	1392,4 $\pm$ 892,1	189,9 $\pm$ 121,2	Infauna	PRE
<i>Heteromastus</i> sp. ●	506,3 $\pm$ 247,8	221,5 $\pm$ 140,3	158,2 $\pm$ 158,2	221,5 $\pm$ 181,8	Infauna	DEP
<i>Isolda</i> sp. ●	63,3 $\pm$ 36,5	-	94,9 $\pm$ 60,6	-	Infauna	DET
<i>Laeonereis culveri</i> (Webster, 1879) ●	348,1 $\pm$ 108,1	538,0 $\pm$ 249,8	126,6 $\pm$ 51,7	379,7 $\pm$ 258,4	Infauna	ON
<i>Magelona</i> sp. ●	253,2 $\pm$ 253,2	-	-	-	Infauna	DET
Maldanidae ●	-	-	-	-	Infauna	DEP
<i>Mediomastus</i> sp. ●	822,8 $\pm$ 475,0	189,9 $\pm$ 150,7	379,7 $\pm$ 301,3	949,4 $\pm$ 572,0	Infauna	DEP
<i>Namalycastis abiuma</i> (Grube, 1872) ●	126,6 $\pm$ 51,7	63,3 $\pm$ 36,5	-	-	Infauna	ON
<i>Namalycastis macroplatis</i> Glasby, 1999 ●	63,3 $\pm$ 63,3	-	-	-	Infauna	ON
<i>Namalycastis</i> spp.	-	-	-	63,3 $\pm$ 63,3	Infauna	ON
<i>Nephtys fluviatilis</i> Monro, 1937	-	31,6 $\pm$ 31,6	158,2 $\pm$ 158,2	63,3 $\pm$ 63,3	Infauna	PRE

Táxon	Furo Velho				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso			
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado	Modo de Vida	Alimentação
<i>Nephtys</i> sp.1	-	-	-	-	Infauna	PRE
<i>Nereis</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Notomastus</i> sp. ●	3227,8±2653,5	822,8±388,4	379,7±108,1	632,9±268,5	Infauna	DEP
<i>Paraprionospio</i> sp. ●	253,2±171,4	31,6±31,6	126,6±73,1	-	Infauna	DET
<i>Sigambra</i> sp. ●	411,4±370,4	63,3±63,3	63,3±63,3	94,9±60,6	Infauna	ON
<i>Syllis</i> sp. ●	31,6±31,6	-	63,3±63,3	31,6±31,6	Infauna	PRE
ARTHROPODA						
Arachnida						
Acari	63,3±36,5	31,6±31,6	-	-	Infauna	DET
Araneae sp.	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	PRE
Theridiidae	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	PRE
Insecta						
Coleoptera						
Coleoptera indeterminado	-	-	-	31,6±31,6	Epifauna	PRE
Staphylinidae	-	-	-	-	Infauna	PRE
Diptera						
Ceratopogonidae ●	696,2±654,7	31,6±31,6	94,9±60,6	31,6±31,6	Infauna	PRE
Chironominae ●	569,6±528,3	94,9±60,6	-	63,3±36,5	Infauna	ON
Muscidae ●	-	31,6±31,6	-	31,6±31,6	Infauna	DET
Orthocladiinae	-	126,6±89,5	-	-	Infauna	ON
Tabanidae ●	284,8±130,5	538,0±275,3	94,9±51,7	411,4±60,6	Infauna	PRE
Tanypodinae	-	31,6±31,6	94,9±94,9	-	Infauna	ON
Tipulidae	-	-	-	-	Infauna	PRE
Hemiptera						
Hemiptera indeterminado	-	-	31,6±31,6	316,5±239,6	Epifauna	ON
Crustacea						
Amphipoda						

Táxon	Furo Velho				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso			
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado	Modo de Vida	Alimentação
<i>Elasmopus</i> sp. Decapoda	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	DET
<i>Brachyura</i>	-	31,6±31,6	-	31,6±31,6	Epifauna	SUS
<i>Clibanarius symmetricus</i> (Randall, 1840)	-	-	-	-	Epifauna	ON
<i>Leptuca cumulanta</i> (Crane, 1943) ●	-	31,6±31,6	-	31,6±31,6	Epifauna	DET
<i>Leptuca thayeri</i> (Rathbun, 1900)	94,9±94,9	-	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca burgersi</i> (Holthuis, 1967) ●	-	-	31,6±31,6	-	Epifauna	DET
<i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870)	-	-	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca</i> sp.	31,6±31,6	63,3±63,3	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca vocator</i> (Herbst, 1804)	-	31,6±31,6	-	-	Epifauna	DET
<i>Ogyrides alphaerostris</i> (Kingsley, 1880) ●	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	SUS
<i>Panopeus</i> sp.	-	-	-	-	Epifauna	SUS
<i>Uca maracoani</i> (Latreille, 1803)	-	-	-	-	Epifauna	DET
<i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763)	-	-	-	-	Epifauna	HER
Isopoda						
Gnathiidae	-	-	-	-	Infauna	ECT
<i>Sphaeroma annandalei</i> Stebbing, 1911 Tanaidacea	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Discapseudes</i> sp. ●	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	DET
<i>Halmyrapseudes spaansi</i> . ●	1392,4±866,3	1677,2±1268,3	-	-	Infauna	DET
Ostracoda						
Ostracoda indeterminado	-	-	-	-	Infauna	DET
MOLLUSCA						
Bivalvia	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	SUS
<i>Ervilia</i> sp. ●	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	ON
<i>Hiatella</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	SUS
<i>Leukoma subrostrata</i> (Lamarck, 1818)	221,5±108,1	94,9±60,6	-	31,6±31,6	Infauna	ON

Táxon	Furo Velho				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso			
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado	Modo de Vida	Alimentação
<i>Macoma</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	SUS
<i>Mactra</i> sp.	94,9±60,6	31,6±31,6	-	-	Infauna	SUS
<i>Mytella</i> sp. ●	63,3±63,3	-	-	-	Infauna	SUS
<i>Petricolaria</i> sp. ●						
Gastropoda						
<i>Alaba</i> sp. ●	94,9±94,9	-	-	-	Epifauna	HER
Heterobranchia	-	94,9±60,6	94,9±60,6	189,9±150,7	Infauna	DEP
<i>Melampus coffea</i> (Linnaeus, 1758) ●	-	-	-	126,6±89,5	Epifauna	HER
<i>Odostomia</i> sp. ●	31,6±31,6	-	63,3±63,3	-	Infauna	ECT
<i>Parvanachis obesa</i>	-	-	-	-	Epifauna	PRE
<i>Phrontis vibex</i> (Say, 1822)	-	-	-	-	Epifauna	ON
<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	Epifauna	PRE
Vitrinellidae ●	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	DET
NEMATODA						
Chromadorea						
<i>Sabatieria</i> sp.	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	DET
<i>Spirinia</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	DET
Enoplea						
Aporcelaimidae	31,6±31,6	31,6±31,6	-	-	Epifauna	PRE
<i>Chrysonema</i> sp.	-	63,3±63,3	-	-	Infauna	ON
<i>Dorylaimus</i> sp.	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	ON
<i>Longidorella</i> sp.	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	ON
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Mononchulus</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	PRE
<i>Oncholaimellus</i> sp.	94,9±60,6	-	-	-	Infauna	PRE
<i>Pachydorylaimus</i> sp.	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	ON
<i>Polygastrophora</i> sp.	31,6±31,6	31,6±31,6	-	-	Infauna	PRE

Táxon	Furo Velho				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso			
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado	Modo de Vida	Alimentação
NEMERTEA	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	PRE
PLATYLMINTHES						
Turbellaria	-	-	-	63,3±36,5	Epifauna	PRE

Estilo de vida – Modo de vida: Epifauna= vivem sobre a superfície do substrato; Infauna= vivem dentro do substrato. **Hábitos alimentares:** DET = comedores de detrito de superfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos, fitobentos e detritos; ingerem sedimento); DEP = comedores de depósito subsuperfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos, fitobentos e detritos; ingerem sedimento); ECT = ectoparasitas (adaptados a sucção); HER = Herbívoros; ON = onívoros (os que têm várias estratégias de alimentação); PR = predadores (aqueles que predam outros metazoários do bentos); SU = suspensívoros (aqueles que filtram a água para capturar seu alimento);

Material suplementar I: Lista de táxons (densidade média $\pm$ erro padrão) macrofauna bentônica do Furo da Mocoóca entre períodos (seco e chuvoso) e zonas (vegetadas e não vegetadas). ● Indicam espécimes depositados nas coleções científicas de invertebrados do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Táxon	Furo da Mocoóca				Estilo de Vida	
	Seco		Chuvoso		Modo de Vida	Alimentação
	Não Vegetado	Vegetado	Não Vegetado	Vegetado		
ANNELIDA						
Clitellata						
Enchytraeida						
Enchytraeidae ●	-	189,9 $\pm$ 36,5	94,9 $\pm$ 94,9	379,7 $\pm$ 219,2	Infauna	ON
Tubificida						
Naidinae ●	63,3 $\pm$ 36,5	31,6 $\pm$ 31,6	-	31,6 $\pm$ 31,6	Infauna	DET
Tubificinae ●	1012,7 $\pm$ 287,7	1297,5 $\pm$ 391,4	696,2 $\pm$ 280,7	538,0 $\pm$ 305,7	Infauna	DEP
Polychaeta						
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847) ●	-	-	-	31,6 $\pm$ 31,6	Infauna	ON
<i>Boccardiella</i> sp. ●	-	-	-	-	Infauna	DET
<i>Capitella</i> sp. ●	759,5 $\pm$ 296,9	727,8 $\pm$ 433,5	189,9 $\pm$ 36,5	126,6 $\pm$ 51,7	Infauna	DEP
<i>Cossura</i> sp. ●	63,3 $\pm$ 36,5	-	31,6 $\pm$ 31,6	601,3 $\pm$ 402,0	Infauna	DEP
Eunicidae	31,6 $\pm$ 31,6	-	-	-	Infauna	ON
<i>Glycinde</i> sp. ●	63,3 $\pm$ 63,3	-	31,6 $\pm$ 31,6	-	Infauna	PRE
<i>Hermundura</i> sp. ●	126,6 $\pm$ 89,5	31,6 $\pm$ 31,6	63,3 $\pm$ 36,5	31,6 $\pm$ 31,6	Infauna	PRE
<i>Heteromastus</i> sp. ●	158,2 $\pm$ 119,8	31,6 $\pm$ 31,6	253,2 $\pm$ 73,1	94,9 $\pm$ 60,6	Infauna	DEP
<i>Isolda</i> sp. ●	-	-	31,6 $\pm$ 31,6	-	Infauna	DET
<i>Laeonereis culveri</i> (Webster, 1879) ●	411,4 $\pm$ 202,6	94,9 $\pm$ 31,6	221,5 $\pm$ 79,6	316,5 $\pm$ 166,5	Infauna	ON
<i>Magelona</i> sp. ●	6708,9 $\pm$ 2062,6	-	-	31,6 $\pm$ 31,6	Infauna	DET
Maldanidae ●	-	-	-	31,6 $\pm$ 31,6	Infauna	DEP
<i>Mediomastus</i> sp. ●	253,2 $\pm$ 213,1	63,3 $\pm$ 36,5	253,2 $\pm$ 89,5	443,0 $\pm$ 332,4	Infauna	DEP
<i>Namalycastis abiuma</i> (Grube, 1872) ●	94,9 $\pm$ 60,6	126,6 $\pm$ 89,5	-	-	Infauna	ON
<i>Namalycastis macroplatis</i> Glasby, 1999 ●	-	63,3 $\pm$ 36,5	-	-	Infauna	ON

<i>Namalycastis</i> spp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Nephtys fluviatilis</i> Monro, 1937	-	-	1772,2±575,5	1392,4±770,6	Infauna	PRE
<i>Nephtys</i> sp.1	-	-	379,7±126,6	158,2±158,2	Infauna	PRE
<i>Nereis</i> sp.	-	31,6±31,6	31,6±31,6	-	Infauna	ON
<i>Notomastus</i> sp. ●	253,2±51,7	506,3±171,4	63,3±63,3	664,6±404,8	Infauna	DEP
<i>Paraprionospio</i> sp. ●	31,6±31,6	-	-	-	Infauna	DET
<i>Sigambra</i> sp. ●	1550,6±690,2	63,3±36,5	506,3±296,9	126,6±126,6	Infauna	ON
<i>Syllis</i> sp. ●	-	-	-	-	Infauna	PRE
ARTHROPODA						
Arachnida						
Acari	-	31,6±31,6	31,6±31,6	-	Infauna	DET
Araneae sp.	-	-	-	-	Epifauna	PRE
Theridiidae	-	-	-	-	Epifauna	PRE
Insecta						
Coleoptera						
Coleoptera indeterminado	-	-	-	-	Epifauna	PRE
Staphylinidae ●	-	-	-	31,6±31,6	Infauna	PRE
Diptera						
Ceratopogonidae	-	-	-	-	Infauna	PRE
Chironominae ●	-	31,6±31,6	-	63,3±36,5	Infauna	ON
Muscidae	-	63,3±89,5	-	-	Infauna	DET
Orthocladinae	-	-	-	-	Infauna	ON
Tabanidae ●	63,3±63,3	474,7±284,8	-	316,5±166,5	Infauna	PRE
Tanypodinae	-	-	-	-	Infauna	ON
Tipulidae ●	-	31,6±31,6	-	-	Infauna	PRE
Hemiptera						
Hemiptera indeterminado	-	-	-	-	Epifauna	ON
Crustacea						
Amphipoda						
<i>Elasmopus</i> sp. ●	379,7±379,7	-	-	-	Infauna	DET

Decapoda						
Brachyura	-	-	-	31,6±31,6	Epifauna	SUS
<i>Clibanarius symmetricus</i> (Randall, 1840) ●	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	ON
<i>Leptuca cumulanta</i> (Crane, 1943) ●	31,6±31,6	-	31,6±31,6	31,6±31,6	Epifauna	DET
<i>Leptuca thayeri</i> (Rathbun, 1900)	-	-	94,9±60,6	31,6±31,6	Epifauna	DET
<i>Minuca burgersi</i> (Holthuis, 1967)	-	31,6±31,6	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870) ●	-	94,9±31,6	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca</i> sp.	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	DET
<i>Minuca vocator</i> (Herbst, 1804) ●	-	126,6±89,5	-	-	Epifauna	DET
<i>Ogyrides alphaerostris</i> (Kingsley, 1880)	-	-	-	-	Infafauna	SUS
<i>Panopeus</i> sp. ●	-	31,6±31,6	-	-	Epifauna	SUS
<i>Uca maracoani</i> (Latreille, 1803)	-	-	63,3±36,5	-	Epifauna	DET
<i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763)	-	31,6±31,6	-	-	Epifauna	HER
Isopoda						
Gnathiidae ●	31,6±31,6	-	-	31,6±31,6	Infafauna	ECT
<i>Sphaeroma annandalei</i> Stebbing, 1911 ●	379,7±379,7	-	-	-	Infafauna	ON
Tanaidacea						
<i>Discapseudes</i> sp. ●	31,6±31,6	379,7±258,4	126,6±89,5	63,3±63,3	Infafauna	DET
<i>Halmyrapseudes spaansi</i> ●	664,6±344,2	981,0±612,3	253,2±103,4	63,3±36,5	Infafauna	DET
Ostracoda						
Ostracoda indeterminado	158,2±158,2	-	-	-	Infafauna	DET
MOLLUSCA						
Bivalvia						
<i>Ervilia</i> sp. ●	-	63,3±63,3	-	-	Infafauna	SUS
<i>Hiatella</i> sp.	63,3±63,3	-	-	-	Infafauna	ON
<i>Leukoma subrostrata</i> (Lamarck, 1818) ●	-	316,5±234,0	-	63,3±36,5	Infafauna	SUS
<i>Macoma</i> sp.	-	189,9±150,7	-	-	Infafauna	ON
<i>Mactra</i> sp. ●	-	-	-	-	Infafauna	SUS
<i>Mytella</i> sp.	-	-	-	-	Infafauna	SUS

<i>Petricolaria</i> sp.						
Gastropoda						
<i>Alaba</i> sp. ●	-	-	-	31,6±31,6	Epifauna	HER
Heterobranchia	-	-	-	-	Infauna	DEP
<i>Melampus coffea</i> (Linnaeus, 1758) ●	-	221,5±108,1	-	94,9±94,9	Epifauna	HER
<i>Odostomia</i> sp. ●	63,3±36,5	94,9±94,9	-	31,6±31,6	Infauna	ECT
<i>Parvanachis obesa</i> ●	-	-	63,3±63,3	-	Epifauna	PRE
<i>Phrontis vibex</i> (Say, 1822) ●	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	ON
<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767) ●	-	-	31,6±31,6	31,6±31,6	Epifauna	PRE
Vitrinellidae ●	31,6±31,6	-	-	-	Epifauna	DET
NEMATODA						
Chromadorea						
<i>Sabatieria</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	DET
<i>Spirinia</i> sp.	-	-	-	31,6±31,6	Infauna	DET
Enoplea						
Aporcelaimidae	-	-	-	-	Epifauna	PRE
<i>Chrysonema</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Dorylaimus</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Longidorella</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	-	-	31,6±31,6	-	Infauna	ON
<i>Mononchulus</i> sp.	-	-	31,6±31,6	-	Infauna	PRE
<i>Oncholaimellus</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	PRE
<i>Pachydorylaimus</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	ON
<i>Polygastrophora</i> sp.	-	-	-	-	Infauna	PRE
NEMERTEA	31,6±31,6	94,9±31,6	348,1±348,1	63,3±63,3	Infauna	PRE
PLATYLMINTHES						
Turbellaria	-	-	31,6±31,6	158,2±119,8	Epifauna	PRE

Estilo de vida – Modo de vida: Epifauna= vivem sobre a superfície do substrato; Infauna= vivem dentro do substrato. **Hábitos alimentares:** DET = comedores de detrito de superfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos,

fitobentos e detritos; ingerem sedimento); DEP = comedores de depósito subsuperfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos, fitobentos e detritos; ingerem sedimento); ECT = ectoparasitas (adaptados a sucção); HER = Herbívoros; ON = onívoros (os que têm várias estratégias de alimentação); PR = predadores (aqueles que predam outros metazoários do bentos); SU = suspensívoros (aqueles que filtram a água para capturar seu alimento);

Material suplementar J. Resultados da análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) para as comparações da estrutura funcional dos modos de vida (epifauna e infauna) da macrofauna bentônica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas) em testes aos pares. * Variação significativa ($p < 0,05$).

Comparação entre Períodos Sazonais	Não Vegetado		Vegetado	
	Período Seco X Período Chuvoso		Período Seco X Período Chuvoso	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	1,7748	0,039*	1,2375	0,207
Furo da Mocoóca	2,7599	0,005*	0,55167	0,822
Comparação entre Canais	Não Vegetado		Vegetado	
	Furo Velho X Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Período Seco	0,91104	0,421	0,91497	0,425
Período Chuvoso	1,0718	0,3	1,4069	0,147
Comparação entre Zonas	Período Seco		Período Chuvoso	
	Não Vegetado X Vegetado		Não Vegetado X Vegetado	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	1,752	0,048*	0,87509	0,481
Furo da Mocoóca	3,0833	0,001	0,48001	0,858

Modo de vida: Epifauna= vivem sobre a superfície do substrato; Infauna= vivem dentro do substrato.

Material suplementar K. Resultados da análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) para as comparações da estrutura funcional dos hábitos alimentares (DEP, DEP, ECT, HER, ON e PR) da macrofauna bentônica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas) em testes aos pares. * Variação significativa ($p < 0,05$).

Comparação entre Períodos Sazonais	Não Vegetado		Vegetado	
	Período Seco X Período Chuvoso		Período Seco X Período Chuvoso	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	1,9236	0,006*	1,2512	0,179
Furo da Mocoóca	3,5296	0,001*	1,3217	0,122
Comparação entre Canais	Não Vegetado		Vegetado	
	Furo Velho X Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Período Seco	2,1044	0,0038*	1,0228	0,403
Período Chuvoso	1,2237	0,181	1,2838	0,128
Comparação entre Zonas	Período Seco		Período Chuvoso	
	Não Vegetado X Vegetado		Não Vegetado X Vegetado	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	1,2544	0,158	1,0753	0,336
Furo da Mocoóca	2,6243	0,002*	1,0406	0,38

Hábitos alimentares: DET = comedores de detrito de superfície (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos, fitobentos e detritos; ingerem sedimento); DEP = comedores de depósito (os que predominantemente se alimentam de partículas dentro do sedimento, como micro-organismos, fitobentos e detritos; ingerem sedimento); EC = ectoparasitas (adaptados a sucção); HER = Herbívoros; ON = onívoros (os que têm várias estratégias de alimentação); PR = predadores (aqueles que predam outros metazoários do bentos); SU = suspensívoros (aqueles que filtram a água para capturar seu alimento);

Material suplementar L. Resultados da análise de variância tri-fatorial (ANOVA) para as comparações dos índices de densidade (ind. m⁻²) (A), riqueza (B) e diversidade de H'(loge) (C) da macrofauna bentônica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas). * Variação significativa (p < 0,05).

(A) Densidade				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	588918167,161	114,234	0,000
Períodos	1,000	24566500,761	4,765	0,031*
Canais	1,000	2349508,292	0,456	0,501
Zonas	1,000	35829719,797	6,950	0,009*
Período X Canal	1,000	821307,683	0,159	0,691
Período X Zona	1,000	20129110,920	3,905	0,050
Canal X Zona	1,000	1772677,656	0,344	0,559
Período X Canal X Zona	1,000	561934,185	0,109	0,742
Error	120,000	5155348,702		
(B) Riqueza				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	4220,508	456,091	0,000
Períodos	1,000	59,133	6,390	0,013*
Canais	1,000	3,445	0,372	0,543
Zonas	1,000	2,258	0,244	0,622
Período X Canal	1,000	20,320	2,196	0,141
Período X Zona	1,000	21,945	2,372	0,126
Canal X Zona	1,000	2,258	0,244	0,622
Período X Canal X Zona	1,000	10,695	1,156	0,284
Error	120,000	9,254		
(C) Diversidade				
	df	MS	F	p
Fonte de variação	1,000	218,265	609,052	0,000
Períodos	1,000	1,161	3,239	0,074
Canais	1,000	0,910	2,540	0,114
Zonas	1,000	0,502	1,402	0,239
Período X Canal	1,000	0,074	0,205	0,651
Período X Zona	1,000	0,106	0,297	0,587
Canal X Zona	1,000	0,033	0,092	0,762
Período X Canal X Zona	1,000	0,949	2,648	0,106
Error	120,000	0,358		

Material suplementar M. Resultados do teste de Fisher LSD para as comparações dos índices de densidade (ind. m⁻²) (A), riqueza (B) e diversidade de H'(loge) (C) da macrofauna bentônica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas) em testes aos pares. * Variação significativa (p < 0,05).

Comparações entre Períodos Sazonais	Furo Velho			Furo da Mocoóca		
	Densidade	Riqueza	Diversidade	Densidade	Riqueza	Diversidade
Período Seco NV X Período Chuvoso NV	0,089	0,001*	0,029*	0,016*	0,451	0,895
Período Seco VG X Período Chuvoso VG	0,945	0,487	0,968	0,890	0,772	0,227
Comparações entre Canais	Período Seco			Período Chuvoso		
	Densidade	Riqueza	Diversidade	Densidade	Riqueza	Diversidade
Furo Velho NV X Furo da Mocoóca VG	0,016*	0,149	0,375	0,388	0,119	0,061
Furo Velho VG X Furo da Mocoóca NV	0,032*	0,562	0,802	0,836	0,602	0,874
Comparações entre Zonas	Período Seco			Período Chuvoso		
	Densidade	Riqueza	Diversidade	Densidade	Riqueza	Diversidade
Não Vegetada FV X Não Vegetada FM	0,791	0,225	0,694	0,322	0,184	0,095
Vegetada FV X Vegetada FM	0,992	0,728	0,127	0,937	0,451	0,719
Não Vegetada FV X Vegetada FV	0,016*	0,074	0,520	0,432	0,418	0,130
Não Vegetada FM X Vegetada FM	0,031*	0,817	0,201	0,898	0,817	0,840

Material suplementar N. Resultados da análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) para as comparações da estrutura das assembleias da macrofauna bentônica entre períodos (seco e chuvoso), canais (Furos da Mocoóca e Velho) e zonas (vegetadas e não vegetadas) em testes aos pares. * Variação significativa ($p < 0,05$).

Comparação entre Períodos Sazonais	Não Vegetado		Vegetado	
	Período Seco X Período Chuvoso		Período Seco X Período Chuvoso	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	1,9217	0,004*	1,5082	0,019*
Furo da Mocoóca	2,5839	0,001*	1,7417	0,001*
Comparação entre Canais	Não Vegetado		Vegetado	
	Furo Velho X Furo da Mocoóca		Furo Velho X Furo da Mocoóca	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Período Seco	2,1155	0,001*	1,8218	0,001*
Período Chuvoso	2,3544	0,001*	1,3388	0,069
Comparação entre Zonas	Período Seco		Período Chuvoso	
	Não Vegetado X Vegetado		Não Vegetado X Vegetado	
	t	P(<i>perm</i>)	t	P(<i>perm</i>)
Furo Velho	0,97317	0,49	1,8305	0,001*
Furo da Mocoóca	2,772	0,001*	1,461	0,039*