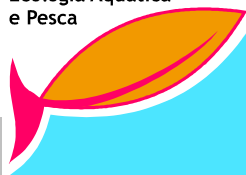


Programa de pós-graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA**



**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ABORDAGENS METODOLÓGICAS  
E CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES MACROBENTÔNICAS  
ESTUARINAS DA ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA**

**VIVIANE FERREIRA MONTEIRO**

**Belém - PA**  
**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca**

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ABORDAGENS METODOLÓGICAS  
E CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES MACROBENTÔNICAS  
ESTUARINAS DA ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA**

**VIVIANE FERREIRA MONTEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

*Orientador:* Prof. Dr. José Souto Rosa-Filho

**Belém - PA**

**2009**

VIVIANE FERREIRA MONTEIRO

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ABORDAGENS METODOLÓGICAS  
E CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES MACROBENTÔNICAS  
ESTUARINAS DA ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

*Orientador:* Prof. Dr. José Souto Rosa-Filho

Belém, 10 de junho de 2009

Banca Examinadora

Dr. José Souto Rosa Filho – Orientador

Dr. Marcus E. B. Fernandes - Examinador

Dra. Mônica L. Botter Carvalho - Examinadora

Dra. Virág Venekey - Examinadora

A meus pais, Estanislau e Iolanda,  
pelo estímulo e educação, que representam tudo que sou hoje.

Todo o meu amor e gratidão a vocês.

*“Há um tempo em que é preciso  
abandonar as roupas usadas,  
que já têm a forma do nosso corpo,  
e esquecer os nossos caminhos,  
que nos levam sempre aos mesmos lugares.*

*É o tempo da travessia:  
e, se não ousarmos fazê-la,  
teremos ficado, para sempre,  
à margem de nós mesmos.”*

*Fernando Pessoa*

## AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente meus pais, pela formação que me permitiram ter, com os sacrifícios que só ela sabe quais foram. Meus mais sinceros agradecimentos;

A meus sobrinhos, Juliana, Luciana e Leandro, pelos momentos de descontração, amor, e principalmente, pela alegria de tê-los na minha vida;

Ao meu orientador José Souto, por acreditar e me incentivar no desenvolvimento deste projeto, assim como pelo bom convívio e momentos de distração ao longo destes dois anos. Obrigada;

A todos os companheiros do Laboratório de Oceanografia Biológica (Manu, Tati, Renata, Dayanne Mary, Sandy, Lorena, Simão, Vanessa, Daiane, Malandro...) pela boa companhia e bons momentos.

Ainda no Laboratório de Oceanografia Biológica, agradeço em especial aos companheiros de todos os dias Mayk Augusto e Roseanne Figueira, pela grande ajuda durante esses meus primeiros passos na identificação da macrofauna e, principalmente, pela amizade sincera e valiosa;

Às amigas do curso de mestrado, Thátilla Girard e Cristiane Contente, pela amizade e companheirismo durante essa jornada, que espero, perdure para a vida inteira;

A todos os que me ajudaram durante a realização das coletas (Cesar, Érika, Amanda, Manu, Mary, Samara, Denis, Folha, Christovam, e não sei quem mais possa estar esquecendo...);

À Lorena Almeida pela ajuda na identificação dos Crustáceos;

Ao magnânimo Sr. Dr. Franklin Noel pela importante ajuda na identificação dos Molluscos e, principalmente, pela companhia e amizade que acabou cativando a todos nesses dois últimos anos;

À Virág pela amizade, incansável ajuda e incentivo de todos os momentos, e pela ótima companhia nas tardes de cinema;

Aos professores Dra. Mônica Botter (UFRPE), Dra. Virág Venekey (UFPA) e Dr. Marcus Fernandes (UFPA) pela participação na banca de defesa desta dissertação;

Ao Projeto Piatam Mar e CAPES (Coordenação de Formação de Ensino Superior), pelo auxílio financeiro;

Marcela Monteiro, por estar sempre ao meu lado e, sobretudo, pela sinceridade de uma amizade, aonde vimos que a distância não é suficiente para separar os amigos;

E um agradecimento especial:

Ao meu querido companheiro, Cesar França Braga, por me proporcionar tranquilidade nos momentos de desespero, ser meu alicerce nos momentos de dificuldade, pela presença constante e, sobretudo, por seu amor.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xii
RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. ÁREA DE ESTUDO .....	22
2.1 Ilha de Algodual / Maiandeuá - PA .....	22
2.2 Península de Ajuruteua - PA .....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Procedimentos em Campo .....	24
3.2 Procedimentos em Laboratório.....	25
3.3 Análise de Dados .....	26
4. RESULTADOS .....	28
4.1 Composição da macrofauna.....	28
4.2 Testes Metodológicos.....	35
4.2.1 Malha .....	35
4.2.1.1 Ilha de Algodual – PA .....	35
4.2.1.2 Península de Ajuruteua – PA.....	41
4.2.2 Profundidade.....	48
4.2.2.1 Ilha de Algodual – PA .....	48
4.2.2.2 Península de Ajuruteua – PA.....	54
4.3 Dados Ambientais .....	60
4.4 Estrutura das Associações Macrobentônicas.....	65
5. DISCUSSÃO.....	73
6. CONCLUSÕES .....	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Área de Estudo, destacando a costa NE do estado do Pará e as duas áreas de estudo. Fonte: Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido– LAIT (UFPA). .....	23
Figura 2: Amostrador utilizado para coleta da macrofauna bentônica. ....	25
Figura 3: Participação relativa dos filos da macrofauna bentônica registrados por locais e períodos de coleta na península de Ajuruteua e ilha de Algodoal (PA). ....	33
Figura 4: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica por local e período de coleta na península de Ajuruteua e ilha de Algodoal (PA). ....	34
Figura 5: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodoal - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	36
Figura 6: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodoal no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	36
Figura 7: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodoal – PA durante o período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais o erro padrão. ....	38
Figura 8: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodoal - PA no período seco (dezembro), entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	39
Figura 9: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodoal – PA no período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	39
Figura 10: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodoal – PA durante o período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	41
Figura 11: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	42
Figura 12: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	43
Figura 13: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	44

Figura 14: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua-PA no período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	45
Figura 15: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	46
Figura 16: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão. ....	48
Figura 17: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodual - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	49
Figura 18: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodual – PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	50
Figura 19: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodual – PA durante o período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.....	51
Figura 20: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodual - PA no período seco, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	52
Figura 21: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodual – PA no período seco, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	53
Figura 22: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodual – PA durante o período seco, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.....	54
Figura 23: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	55
Figura 24: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.....	56
Figura 25: Densidade das famílias (a) Tubificidade, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período chuvoso, entre diferentes hábitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.....	57

Figura 26: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	58
Figura 27: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão. ....	59
Figura 28: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.....	60
Figura 29: A precipitação acumulada mensal na estação Marapanim no ano de 2007. As setas indicam os meses de amostragem. Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA).....	61
Figura 30: Valores médios de umidade na (a) ilha de Algodal e (b) península de Ajuruteua, utilizando os fatores habitat e períodos de amostragem. Barras verticais representam 0,95 de intervalo de confiança. ....	62
Figura 31: Teor de matéria orgânica no sedimento entre diferentes habitats e períodos na (a) ilha de Algodal e (b) península de Ajuruteua. As barras verticais representam o erro padrão. ....	63
Figura 32: Variação média das concentrações de Clorofila <i>a</i> e Feopigmentos presentes no sedimento por habitats na (a-b) ilha de Algodal e em (c-d) península de Ajuruteua. As barras verticais representam Desvio Padrão ( $\pm 1.96$ ).....	65
Figura 33: Riqueza - S (a), densidade - N (b), diversidade - H (c) e equitatividade - J (d) da macrofauna bentônica da ilha de Algodal - PA entre diferentes habitats e períodos de amostragem. ....	67
Figura 34: Riqueza - S (a), densidade - N (b), diversidade – H' (c) e equitatividade – J' (d) da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA, entre diferentes habitats e períodos de amostragem. ....	68
Figura 35: Resultados de análise de ordenação (MDS) na ilha de Algodal – PA, entre habitats e períodos de amostragem, utilizando a distância de Bray-Curtis. ....	69
Figura 36: Resultados de análise de ordenação (MDS) para amostras da península de Ajuruteua por habitat e período de amostragem, utilizando a distância de Bray-Curtis. ....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de táxons identificados nas duas ocasiões de coleta na ilha de Algodual e península de Ajuruteua, com indicação dos locais e períodos onde foram coletados.....	30
Tabela 2: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período chuvoso, utilizando diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).....	35
Tabela 3: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).....	37
Tabela 4: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período seco, utilizando diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	38
Tabela 5: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual - PA, durante o período seco, utilizado diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).....	40
Tabela 6: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, utilizando diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).....	42
Tabela 7: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	43
Tabela 8: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, utilizando diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).....	45
Tabela 9: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período seco, utilizado diferentes hábitats e malhas (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	47
Tabela 10: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período chuvoso, utilizando diferentes hábitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	49
Tabela 11: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual	

- PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	50
Tabela 12: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	51
Tabela 13: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual - PA, durante o período seco, utilizado diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	52
Tabela 14: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, utilizando diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	55
Tabela 15: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	56
Tabela 16: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	58
Tabela 17: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período seco, utilizado diferentes habitats e profundidades (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	59
Tabela 18: Valores de tamanho médio do grão, selecionamento, % Areia, % Silte e % Argila da ilha de Algodual – PA nos períodos chuvoso e seco.	61
Tabela 19: Valores de tamanho médio do grão, selecionamento, % Areia, % Silte e % Argila da península de Ajuruteua – PA nos períodos chuvoso e seco.	62
Tabela 20: Resultados de Análise de Variância para os parâmetros ambientais de umidade do sedimento utilizando os fatores período e habitat na ilha de Algodual e península de Ajuruteua (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	62
Tabela 21: Resultados de Análise de Variância para os parâmetros ambientais Matéria Orgânica, Clorofila <i>a</i> e Feopigmentos utilizando os fatores período e habitat. (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	63
Tabela 22: Resultados de Análise de Variância para os descritores riqueza (S), densidade (N), diversidade ( $H'$ ) e equitatividade ( $J'$ ) da macrofauna bentônica na ilha de Algodual – PA entre habitats e períodos de coleta (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ).	66

Tabela 23: Resultados de Análise de Variância para os descritores riqueza (S), densidade (N), diversidade (H') e equitatividade (J') da macrofauna bentônica da península de Ajuruteua -PA entre habitats e períodos de coleta (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). ....	68
Tabela 24: Resultados de análise de similaridade, ANOSIM, com valores de R e p resultantes da comparação entre habitats na ilha de Algodal – PA (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	70
Tabela 25: Resumo dos resultados obtidos por análise de BIOENV na ilha de Algodal - PA, correspondente às amostragens de junho e dezembro. ( $r_s$ ) Coeficiente de Spearman. ....	70
Tabela 26: Resultados de análise de similaridade, ANOSIM, com valores de R e p resultantes da comparação entre habitats na península de Ajuruteua (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ). .....	71
Tabela 27: Resumo dos resultados obtidos por análise de BIOENV na península de Ajuruteua - PA, correspondente às amostragens de junho e dezembro. ( $r_s$ ) Coeficiente de Spearman. ....	72

## RESUMO

As associações macrobentônicas estuarinas de regiões costeiras amazônicas foram caracterizadas usando diferentes aberturas de malha e profundidades de amostragem. As amostragens aconteceram na ilha de Algodal e península de Ajuruteua (PA), nos períodos chuvoso e seco (junho e dezembro de 2007, respectivamente), nos habitats borda do mangue, mangue, areno-lamoso e arenoso. Em cada habitat foram coletadas oito amostras biológicas, utilizando tubo cilíndrico de 0,0079 m<sup>2</sup>, assim como amostras para caracterização do substrato (textura, umidade e concentrações de matéria orgânica), e concentrações de clorofila *a* e feopigmentos. Cada amostra biológica foi dividida em três estratos (0-5, 5-10 e 10-20 cm), sendo cada estrato peneirado em malhas de 1,0, 0,5, 0,3 e 0,25 mm de abertura. Foram utilizadas técnicas univariadas (ANOVA) e multivariadas (MDS, ANOSIM, SIMPER e BIOENV) para a análise dos dados. A macrofauna foi composta por 68 táxons com dominância de Annelida (Tubificidae e Capitellidae). As malhas de 0,3 e 0,25 mm foram as mais eficientes na retenção de organismos e espécies, enquanto a malha de 1,0 mm perdeu quantidades significativas de organismos, sobretudo de Tubificidae. As amostras coletadas a 10 e 20 cm de profundidade não diferiram significativamente quanto número de táxons e organismos. Foram observadas variações espaciais significativas na estrutura da macrofauna entre habitats em ambos os locais e ocasiões de amostragem, com densidade e riqueza superiores nos habitats lamosos. As variáveis ambientais mais correlacionadas com a fauna foram a quantidade de argila, a concentração orgânica e o teor de umidade nos sedimentos. Foi possível concluir que: 1. a fauna bentônica na ilha de Algodal e península de Ajuruteua foi composta por poucos táxons, sendo eles tipicamente estuarinas e de pequenas dimensões, dominada por Annelida; 2. para a caracterização da macrofauna bentônica é necessário a tomada de amostras somente até a profundidade de 10 cm de sedimento e o peneiramento em malha de 0,3 mm de abertura; 3. os habitats lamosos tiveram geralmente maiores densidades e riqueza; 4. apenas na ilha de Algodal se observou variação temporal na estrutura da macrofauna; 5. a quantidade de argila, feopigmentos e teor de umidade nos sedimentos foram os principais fatores responsáveis pela estruturação da fauna.

**Palavras-chave:** Associações macrobentônicas, abertura de malha, distribuição vertical, zona costeira amazônica.

## ABSTRACT

The estuarine macrobenthic communities from Amazonian coastal regions were characterized using different mesh sizes and sampling depths. The samplings were performed in Algodual island and peninsula of Ajuruteua (PA), during rainy and dry seasons (June and December 2007, respectively) at the following habitats: mangrove edge, mangrove, sandy and muddy-sandy paths. At each habitat eight biological samples were collected using a cylindrical corer with 0.0079 m<sup>2</sup>, as well as samples for sediment analysis (texture, moisture and organic matter concentrations) and chlorophyll *a* and pheopigments concentrations. Each biological sample was divided into three strata (0-5, 5-10 and 10-20 cm) and they were sieved on mesh screen sizes of 1.0, 0.5, 0.3 and 0.25 mm. Univariate (ANOVA) and multivariate (MDS, ANOSIM, SIMPER and BIOENV) techniques were used for data analysis. Macrofaunal composition consisted of 68 taxa with dominance of Annelida (Tubificidae and Capitellidae). Meshes of 0.3 and 0.25 mm were the most efficient in terms of retention of organisms and species, while the mesh of 1.0 mm lost significant quantities of organisms, especially Tubificidae. The samples collected at 10 and 20 cm depth did not differ significantly regarding to the number of taxa and organisms. Significant spatial variations were observed on the macrofaunal structure between habitats in both locations and sampling moments, with higher density and richness in muddy paths (mangrove edge and mangrove). The amount of clay, organic matter and moisture concentrations of the sediment were the most correlated environmental variables with the fauna. It could be concluded that: 1. the benthic macrofauna in Algodual island and peninsula of Ajuruteua was composed by few taxa, and those were typically estuarine and of small dimensions, dominated by Annelida; 2. for characterization of benthic macrofauna is necessary to take samples at 10 cm depth and sieve them on mesh of 0.3 mm size; 3. Muddy-sandy habitats presented normally highest densities and richness; 4. only in Algodual island was observed temporal variation in the structure of benthic macrofauna; 5. the amount of clay, pheopigments and moisture content in the sediment were the main factors responsible for macrofaunal structure.

Keywords: Macrobenthic communities, mesh size, vertical distribution, Amazon coast.



## 1. INTRODUÇÃO

---

O monitoramento de associações bentônicas em áreas costeiras tem sido apontado como a abordagem mais apropriada para estabelecer a importância de mudanças ambientais sobre grandes áreas geográficas (DSIR, 1988), dado que essas comunidades são tidas como indicadores-chave da condição ambiental aquática (Dauvin, 2007), respondendo previsivelmente não apenas a diversos tipos de distúrbios naturais, como também àqueles induzidos por ações humanas (Bilyard, 1987; Thompson *et al.*, 2003).

A comunidade bentônica, que compreende cerca de 98% de todas as espécies marinhas (Trujillo & Thurman, 2003), é composta por organismos que têm contato obrigatório com o substrato em pelo menos uma etapa do seu ciclo de vida (Levinton, 2001), ou apresentam uma íntima relação com ele. Os animais do bentos são separados em espécies infaunais e epifaunais, a depender se vivem dentro do sedimento ou sobre ele. O zoobentos possui representantes de praticamente todos os filos animais e, apesar das suas distintas origens filogenéticas, exibem certa uniformidade de modos de vida (Day Jr. *et al.*, 1989)

Os ecossistemas estuarinos apresentam grande diversidade de hábitat e comunidades com complexas relações intra e interespecíficas e dependências tróficas. Muitas espécies de interesse econômico utilizam esse ambiente como local para crescimento e reprodução (Wolff *et al.*, 2000), sendo a ação das marés, a partir das quais a palavra estuário teve origem (*aestus* – maré), responsável por um ambiente altamente dinâmico e com elevada produtividade biológica (Attrill & Rundle, 2002; Elliot & Mclusky, 2002). Esses ecossistemas apresentam uma grande riqueza faunal, onde se destaca a macrofauna bentônica, composta principalmente por Annelida, Mollusca e Crustacea (Little, 2000). Esses grupos representam um papel importante nos ecossistemas estuarinos, atuando em processos como a ciclagem de nutrientes, metabolismo de poluentes, dispersão e enterramento, e na produção secundária (Snelgrove, 1998).

A estrutura das associações macrobentônicas, definida como grupo de organismos de distintas espécies ocupando uma mesma área, mas sem interação necessária

entre elas (Gray & Elliott, 2009), é controlada por diversos fatores abióticos, naturais ou induzidos pelo homem, que podem influenciar na sua distribuição espaço-temporal. Dentre estes fatores estão as características do sedimento (tamanho do grão, conteúdo orgânico, etc) (Snelgrove & Butman, 1994; Wijsman *et al.*, 1999), temperatura (Hiscock *et al.*, 2004), salinidade (Montagna & Kalke, 1992) e hidrodinâmica (Snelgrove, 1994). No estudo das relações organismo-sedimento, vários autores têm concluído que os macroinvertebrados bentônicos apresentam uma estreita relação com o sedimento que habitam, sendo a descrição destas relações um pré-requisito para o entendimento da estrutura e dinâmica das associações macrobentônicas (Dauer *et al.*, 1987; Snelgrove & Butman, 1994).

É conhecido que os métodos utilizados para coleta e processamento das amostras podem afetar muito a descrição de associações de macroinvertebrados bentônicos (Schlacher & Wooldridge, 1996; Tanaka & Leite, 1998; Morin *et al.*, 2004). O padrão de distribuição e abundância das associações pode ser fortemente influenciado pela metodologia empregada no estudo, que inclui o desenho experimental, as técnicas e equipamentos de amostragem, número de amostras, resolução taxonômica usada nas análises e, principalmente, o tamanho de malha das peneiras usadas durante o processamento de amostras (Bachelet, 1990; James *et al.*, 1995; Schlacher & Wooldridge, 1996; Tanaka & Leite, 1998), variáveis estas que atuam diretamente nas estimativas de biomassa, abundância e diversidade (Gage *et al.*, 2002), podendo até limitar a comparabilidade entre estudos (Lewis & Stoner, 1981).

O objetivo específico de um estudo deve sempre ser o principal critério na escolha da abertura de malha para separar a fauna do sedimento. Essa escolha, em amostragens de comunidades bênticas, é de grande importância, dado que uma abertura particular de malha poderá impor um corte arbitrário ao longo de um espectro de tamanho dos organismos amostrados, influenciando assim a confiabilidade dos resultados (Bishop & Hartley, 1986).

A eficiência da peneira varia com o grupo taxonômico e também entre espécies em um mesmo grupo taxonômico. Crustáceos, poliquetas e bivalves usualmente mostram diminuição na retenção nesta ordem, para uma mesma abertura de malha (Bachelet, 1990;

Tanaka & Leite, 1998). A eficiência de retenção aumenta com peneiras finas, no entanto, aumenta também o custo do trabalho devido ao aumento no tempo para o processamento da amostra. Em contraste, o uso de peneiras grossas, ainda que demande pouco tempo no processamento, retém somente uma fração do material coletado, subestimando o número de organismos menores na amostra (Reish, 1959; Rodrigues *et al.*, 2007).

Diversos trabalhos já foram realizados testando o efeito de diferentes aberturas de malha sobre a macrofauna bentônica, sendo em geral comparadas as malhas de 0,5 ou 1,0 mm (Rees, 1984; James *et al.*, 1995; Rodrigues *et al.*, 2007). Em estudos de monitoramento de poluição ambiental, usualmente é utilizada a peneira de 1,0 mm de abertura, dado que segundo Thompson *et al.* (2003) esta abertura gera resultados confiáveis e tem baixo custo de processamento. No entanto, apesar de a macrofauna poder ser definida como todos os animais retidos em peneira de 1,0 mm de abertura (Lalli & Parsons, 1997), quando malhas maiores que 0,5 ou 1,0 mm são usadas, grande fração de indivíduos juvenis da macrofauna pode ser perdida, comprometendo estudos de dinâmica populacional (Bachelet, 1990).

De maneira similar às aberturas de malhas, a profundidade de amostragem pode influenciar fortemente na descrição da estrutura das associações macrobentônicas. Uma vez que a distribuição dos organismos bentônicos dentro do sedimento não se dá de maneira uniforme, um dos problemas em estudos com este grupo é a obtenção adequada de amostras quantitativas. Rodrigues *et al.*, (2007) relataram que a profundidade de amostragem utilizada influencia fortemente a heterogeneidade espacial das associações macrofaunais, principalmente quando a caracterização é baseada em valores de abundância e biomassa.

Os padrões de distribuição vertical do macrobentos no sedimento têm sido claramente estabelecidos em mar profundo e zonas entre maré (Johnson, 1967; Shirayama & Horikoshi, 1982; Rodrigues *et al.*, 2007), onde os autores sugerem que os organismos estão concentrados sobretudo na camada superficial do sedimento (primeiros 10 cm). Segundo Ford (1962), a distribuição vertical é um fator importante que deve ser considerado em trabalhos quantitativos de associações bêmicas infaunais.

O monitoramento de associações macrobentônicas, de uma forma geral, tem sido criticado pelo excessivo tempo e custos requerido à execução do mesmo, tanto em termos de esforço amostral em campo, quanto em análises em laboratório (Warwick, 1993). A eficiência de custo e esforço amostral para estudo de monitoramento macrobentônico podem ser fortemente melhorada se o desenho amostral do estudo considerar importantes fatores metodológicos, como o tamanho de malha (Tanaka & Leite, 1998) e distribuição vertical (Rodriguez *et al.*, 2007) adequados aos objetivos de estudo, pois nenhum único protocolo pode ser ótimo para todos os ecossistemas, habitats e objetivos.

A costa norte do Brasil (Amapá, Pará e Maranhão), apesar de ser apontada como de extrema prioridade para conservação (Capobianco, 2001), possui uma das faunas menos conhecidas da costa brasileira, especialmente quanto à macrofauna bentônica (Lana *et al.*, 1996; Migotto, 2003). Essas características, entre outras, fazem da zona costeira amazônica uma região impar e um importante patrimônio a ser investigado.

A macrofauna bentônica em estuários paraenses já foi estudada sob diferentes abordagens, dentre as quais podemos destacar trabalhos relacionados à composição específica (Silva *et al.*, 1997; Souza, 2002; Beasley & Tagliaro, 2003; Fernandes *et al.*, 2003), variações espaço-temporais (Acheampong, 2001; Brito, 2002; Silva *et al.*, 2003; Rosa Filho *et al.*, 2005), distribuição quanto ao tipo de substrato (Figueira, 2002), relações filogenéticas (Rocha, 2000; Santos, 2003), modificações causadas por ações antrópicas (Sampaio, 2004; Silva, 2006), dinâmica populacional (Gomes *et al.*, 2003; Vale, 2003) e de ambientes de marismas (Braga *et al.*, 2009).

Ainda que estudos relacionados a procedimentos metodológicos (abertura de malha e distribuição vertical) já tenham sido realizados em diversas regiões do mundo, nada existe sobre os métodos ideais de coleta e processamento de organismos da macrofauna bentônica na zona costeira amazônica, onde predominam condições particulares quanto ao tipo de sedimento, hidrodinâmica, tamanho dos ambientes e regime de marés, o que impede a utilização de métodos já consagrados, ou amplamente testados para outras áreas.

Em vista da enorme importância dos organismos bentônicos para os ambientes aquáticos e da necessidade de determinar um método de coleta ótimo de amostragens para

a macrofauna bentônica na zona costeira amazônica, o presente estudo teve como objetivo principal analisar os efeitos de diferentes procedimentos de amostragem (abertura de malha das peneiras e profundidade de amostragem) sobre a caracterização dos padrões de distribuição espacial e temporal das associações macrobentônicas em diferentes habitats de duas áreas da costa nordeste do Estado do Pará (ilha de Algodoal / península de Ajuruteua). Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- Testar a eficiência de diferentes tamanhos de abertura de malha na descrição da riqueza e densidade das associações macrobentônicas em diferentes ambientes da zona costeira amazônica;
- Testar a eficiência de diferentes profundidades de coleta na descrição da riqueza e densidade das associações macrobentônicas, assim como determinar os padrões de distribuição vertical da fauna bentônica em diferentes ambientes da zona costeira amazônica;
- Caracterizar a estrutura das associações macrobentônicas em função da escolha da abordagem metodológica ótima, com base na composição específica, densidade, riqueza, diversidade e equitatividade.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

---

### 2.1 Ilha de Algodual / Maiandeuá - PA

A Ilha de Algodual/Maiandeuá (S 00°36'09'' e W 47°35'11.4'') situa-se nesse litoral, pertencente ao município de Maracanã, distante da Capital, Belém, a mais ou menos 170 Km. A Ilha de Algodual é delimitada ao norte pelo Oceano Atlântico, a leste pela baía de Maracanã, a oeste pela baía de Marapanim, e ao sul pelo furo de Mocoóca que separa a ilha do continente, e tem como características específicas ambientes naturais como praias, campos de dunas, restingas e planícies fluviomarinhas (Mascarenhas, 2006). A área de estudo compreendeu ambientes de manguezal e praia na ilha de Algodual.

Segundo Amaral (1998), a área apresenta precipitação pluviométrica com valores anuais totais elevados, podendo-se esperar, em termos médios, valores próximos a 3.000 mm. A distribuição das chuvas, ao longo dos meses, define dois períodos distintos: um bastante chuvoso (dezembro a maio), onde as precipitações são muito intensas, acarretando elevados excedentes hídricos, e outro de chuvas bastante reduzidas (período de estiagem) nos demais meses do ano. A temperatura média anual é em torno de 27°C, com valores médios máximos de 21,7 e 25,2 °C para os períodos mencionados, respectivamente (Ruivo *et al.*, 2005). A umidade relativa do ar atmosférico é muito elevada, com média anual de 80%, oscilando durante o ano entre 80 e 85%, com valores mais baixos nos meses de menor queda pluviométrica (Amaral, 1998).

### 2.2 Península de Ajuruteua - PA

A península de Ajuruteua está localizada na região nordeste do estado do Pará. A área de estudo, localizada no estuário do rio Caeté, compreende o Furo Grande (S 00°50'25.3'' e W 46°44'15.2''), a 30 km da cidade de Bragança, e a praia de Ajuruteua (S 00°52'26'' e W 46°38'59'').

O clima do local é tropical/úmido, sendo a média anual de temperatura do ar variando de 25,5 a 26,7 °C, com variações diárias de 20,4 a 32,8 °C (Ribeiro *et al.*, 1997). A pluviosidade anual é de 2500 mm, e a variação sazonal da precipitação é caracterizada

por uma estação chuvosa (dezembro a maio) e uma estação seca (junho a novembro), onde ao final desta, a radiação solar e evaporação da água (1450 mm por ano) atingem sua máxima (Wolff *et al.*, 2000). A umidade relativa é cerca de 90%.

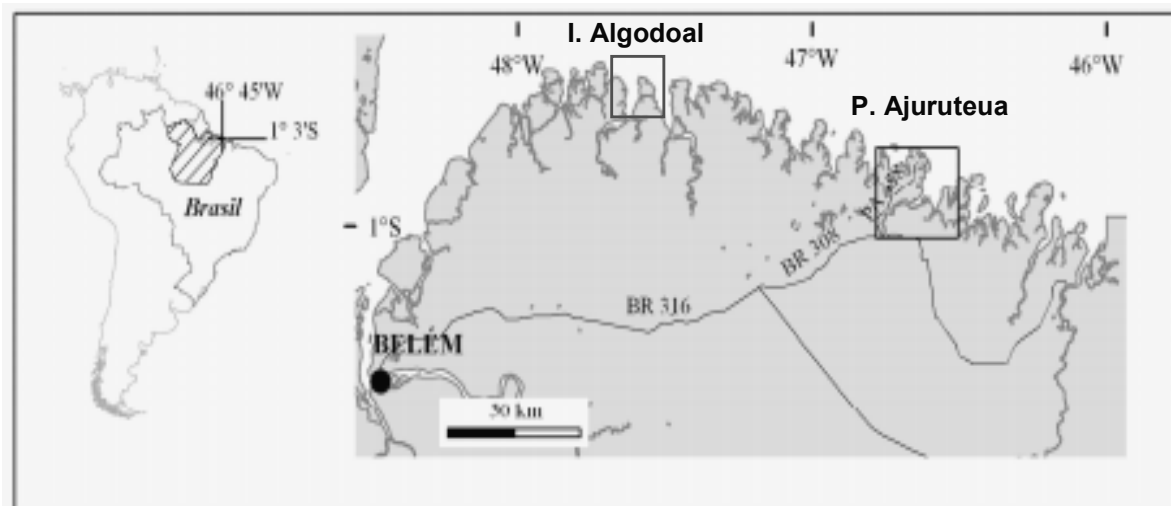


Figura 1: Localização da Área de Estudo, destacando a costa NE do estado do Pará e as duas áreas de estudo. Fonte: Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido– LAIT (UFPA).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

---

As amostragens foram realizadas nos meses de junho (final do período chuvoso) e dezembro (final do período seco) de 2007 nos dois locais, ilha de Algodal (APA Algodal/Maiandeuá) e Península de Ajuruteua (RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu), costa nordeste do Estado do Pará. Em cada um destes locais foram realizadas coletas em quatro habitats distintos, localizados no médiolitoral, quais sejam:

1. Mangue (MG): área vegetada no interior do mangue (distância não superior a 100 m da borda do mangue);

2. Borda do Mangue (BM): área não vegetada (distância não superior a 100 m da borda da vegetação na região entre-marés);

3. Areno-lamoso (AL): ambiente onde há a mistura de sedimentos do tipo arenoso e lamoso na região entre marés.

4. Arenoso (AR): região entre marés de praia arenosa;

#### **3.1 Procedimentos em Campo**

Em cada ocasião de amostragem e habitat, foram coletadas oito amostras biológicas. Para a coleta utilizou-se um amostrador cilíndrico em aço (0,0079 m<sup>2</sup>) introduzido 20 cm no sedimento. Este tubo coletor foi confeccionado de modo a permitir uma completa abertura lateral do amostrador (Figura 2), tornando possível a estratificação das amostras em diferentes profundidades. As amostras foram divididas em três estratos verticais: 0 - 5 cm, 5 - 10 cm e 10 - 20 cm, sendo o material acondicionado em sacos plásticos individuais, etiquetados interna e externamente e, em seguida, fixados com formalina a 4% tamponada com Tetraborato de Sódio.





Figura 2: Amostrador utilizado para coleta da macrofauna bentônica.

Em cada hábitat, por ocasião de amostragem, foram tomadas duas amostras, também estratificadas, para a caracterização e determinação da textura dos sedimentos, conteúdo de matéria orgânica e de água. Estas amostras foram coletadas utilizando o mesmo tubo coletor empregado na coleta de material biológico. Foram tomadas ainda três amostras para análise de clorofila *a*, utilizando um tubo plástico com 1 cm de diâmetro enterrado 2 cm no substrato. Essas amostras foram inicialmente resfriadas em campo e congeladas em laboratório.

### 3.2 Procedimentos em Laboratório

Em laboratório, cada amostra biológica foi passada em um jogo de peneiras com as seguintes aberturas de malha: 1,0; 0,5; 0,3 e 0,25 mm. O material retido em cada malha foi transferido para recipientes plásticos contendo álcool 70%, sendo posteriormente analisado com o auxílio de microscópio estereoscópico e óptico. A fauna foi identificada até a mais alta resolução taxonômica possível, dependendo da capacitação taxonômica local ou da disponibilidade de taxonomistas.

A granulometria dos sedimentos foi determinada por peneiramento dos grosseiros e pipetagem dos finos, como proposto por Suguio (1973). O conteúdo de água do sedimento foi estimado pela diferença entre peso úmido e seco (60°C, 72 h).

O conteúdo orgânico do sedimento foi analisado pelo método de calcinação; onde para essa análise o sedimento foi inicialmente aquecido em estufa a 60°C até atingir um peso constante, sendo posteriormente calcinado a 500°C por 4 horas em mufla (Buchanan, 1971).

As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos foram estimadas e calculadas segundo protocolo descrito por Lorenzen (1967). As determinações foram feitas por espectrofotometria onde a absorbância é medida em dois comprimentos de onda: 750 e 665 nm. As leituras ocorreram antes e depois da acidificação das amostras com HCl 1N. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

### **3.3 Análise de Dados**

Para a análise da eficiência de retenção entre malhas, a abundância em cada malha consistiu da soma do número de organismos retidos nesta malha com aqueles retidos nas malhas de maior abertura. Assim, por exemplo, o número de organismos retidos na malha de 0,3 mm representou a soma dos organismos retidos nas malhas de 1 mm, 0,5 mm e 0,3 mm. De forma análoga, o número de organismos em cada profundidade representou a soma dos organismos no estrato considerado e aqueles das profundidades superiores. Assim, o número de organismos na profundidade 0-20 m foi a soma dos organismos nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm.

A estrutura das associações macrobentônicas foi caracterizada através da análise dos seguintes descritores: composição de espécies, densidade ( $n^\circ \cdot \text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$ ), riqueza (simples contagem do número de táxons), diversidade (índice de Shannon ( $H'$ ), log base 10) e equitatividade (índice de Pielou  $J'$ ).

Os valores de riqueza e densidade foram comparados entre métodos (malha e profundidade) utilizando Análise de Variância (ANOVA). O teste de Tukey foi aplicado *a posteriori* para detectar diferenças entre os pares de médias. Anterior à análise de variância, testou-se a normalidade da distribuição dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade das variâncias (teste de Hartley). Quando necessário, transformações (log  $(x+1)$  ou raiz quarta) foram usadas para obedecer aos pressupostos de normalidade de

distribuição dos dados e homogeneidade das variâncias. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5%.

A comparação dos dados ambientais entre habitats e períodos de amostragem foi realizada utilizando ANOVA. Quando os dados não apresentaram distribuição normal ou as variâncias não foram homogêneas utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. As análises de estrutura das associações macrobentônicas foram realizadas considerando somente os 10 primeiros centímetros de sedimento processados através de peneira de 0,3 mm de abertura de malha.

A identificação dos padrões de distribuição da macrofauna bentônica foi baseada em análises de ordenação (MDS), baseadas em matrizes de similaridade calculadas, utilizando o índice de Bray-Curtis, a partir de dados de abundância transformados por raiz quarta. Para comparar a estrutura das associações macrobentônicas entre períodos e habitats nos dois locais de coleta aplicou-se Análise de Similaridade (ANOSIM) bifatoriais, baseado nos dados de abundância dos táxons transformados por raiz quarta, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994). A rotina SIMPER foi aplicada para determinar táxons responsáveis pela formação dos grupos identificados.

A relação entre os dados biológicos e ambientais, por local de coleta, foi estabelecida utilizando o procedimento BIO-ENV, que calcula o coeficiente de correlação de Spearman entre a matriz de similaridade (calculada utilizando o índice de Bray-Curtis baseado em dados de abundância transformados por raiz quarta), e a matriz de distância Euclidiana dos dados ambientais transformados por  $\log(x+1)$  e normalizados. Anterior a aplicação do procedimento BIO-ENV utilizou-se a rotina de Draftsman Plot para a obtenção do Coeficiente de Correlação entre as variáveis ambientais, visando identificar eventuais colinearidades, excluindo aquelas fortemente correlacionadas ( $r \geq 0,95$ ).

Para a realização das análises foram utilizados os aplicativos BioEstat 5.0<sup>®</sup>, STATISTICA<sup>®</sup> 8.0 e PRIMER<sup>®</sup> 6.0. Para a análise dos dados granulométricos utilizou-se o aplicativo SysGran<sup>®</sup> 3.0.

## **4. RESULTADOS**

---

### **4. 1. Composição da macrofauna**

A fauna foi constituída de 4664 organismos distribuídos em 68 táxons pertencentes aos filos Annelida (38 táxons), Arthropoda (23 táxons), Mollusca (6 táxons) e Nemertea (1 táxon). Dos 68 táxons registrados, 35 foram comuns a ambos locais e períodos, 26 restritos apenas ao final do período chuvoso (junho/2007) e apenas sete ao final do período seco (dezembro/2007) (Tabela 1).

Tabela 1: Lista de táxons identificados nas duas ocasiões de coleta na ilha de Algodual e península de Ajuruteua, com indicação dos locais e períodos onde foram coletados.

	Ilha de Algodual								Península de Ajuruteua							
	Junho				Dezembro				Junho				Dezembro			
	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR
Nemertea	x	x	x						x	X			x	x	x	
Bivalvia (Mollusca)	x	x	x	x		x			x			x	x		x	x
<i>Donax denticulatus</i> (Bivalvia, Mollusca)															x	x
Mactridae (Bivalvia, Mollusca)	x	x	x						x					x		
<i>Mytella guyanensis</i> (Bivalvia, Mollusca)					x											
<i>Melampus coffeus</i> (Gastropoda, Mollusca)										x						
<i>Acteocina</i> sp. (Gastropoda, Mollusca)										x				x		
<i>Euzonus papillatus</i> (Polychaeta, Annelida)			x												x	
<i>Cossura</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x											x		
<i>Paraonis</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x	x												
<i>Scoloplos</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x												x	
<i>Magelona</i> sp. (Polychaeta, Annelida)			x										x		x	
<i>Spiophanes</i> sp. (Polychaeta, Annelida)															x	
<i>Dispio</i> sp. (Polychaeta, Annelida)																x
<i>Streblospio benedicti</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x						x								
<i>Notomastus lobatus</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x	x		x				x	x	x		x	x	x	
<i>Heteromastus</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x						x	x	x		x			
<i>Mediomastus</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x			x			x	x	x		x	x	x	x
<i>Capitella</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x	x	x		x				x	x			x	x	x	
Capitellidae (Polychaeta, Annelida)	x		x							x			x	x		
Phyllodocidae (Polychaeta, Annelida)															x	
<i>Podarke</i> sp. (Polychaeta, Annelida)			x													
<i>Ophiodromus</i> sp. (Polychaeta, Annelida)			x													
<i>Loandalia fauveli</i> (Polychaeta, Annelida)	x												x			
<i>Sigambra Grubii</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x	x						x				x		x	
Pilargiidae (Polychaeta, Annelida)															x	
Syllidae (Polychaeta, Annelida)	x															
<i>Neanthes succinea</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x	x						x		x	x		x		x

Tabela 1: Continuação

	Ilha de Algodual								Península de Ajuruteua							
	Junho				Dezembro				Junho				Dezembro			
	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR
<i>Namalycastis abiuma</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x								X	x			x		
<i>Laeonereis acuta</i> (Polychaeta, Annelida)	x		x						x		x		x		x	
Nereididae (juv.) (Polychaeta, Annelida)	x		x					x								
<i>Hemipodia</i> sp. (Polychaeta, Annelida)												x			x	x
<i>Glycinde</i> sp. (Polychaeta, Annelida)												x	x		x	
<i>Dentinephtys</i> sp. (Polychaeta, Annelida)				x												
<i>Nephtys simone</i> (Polychaeta, Annelida)			x	x								x				x
<i>Nephtys fluviatilis</i> (Polychaeta, Annelida)	x	x										x				
<i>Lysidice</i> sp. (Polychaeta, Annelida)		x														
<i>Owennia</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x															
Terebellidae (Polychaeta, Annelida)	x															
<i>Mellina</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x															
<i>Isolda</i> sp. (Polychaeta, Annelida)			x													
<i>Hipsicomus</i> sp. (Polychaeta, Annelida)	x															
Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida)	x	x	x						x	x				x	x	
<i>Peloscolex</i> sp. (Oligochaeta, Annelida)													x		x	
Tubificidae (Oligochaeta, Annelida)	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acari (Arachnida, Arthropoda)	x	x							x	x			x	x		
Insecta (Arthropoda)										x				x		
Chilopoda (Arthropoda)	x									x				x		
Hymenoptera (Arthropoda)		x								x				x		
Collembola (Entognata, Arthropoda)	x													x		
Ceratopogonidae (Diptera, Arthropoda)	x	x											x	x		
Chironomidae (Diptera, Arthropoda)	x					x										
Dolichopodidae (Diptera, Arthropoda)	x	x							x			x		x		
Tipulidae (Diptera, Arthropoda)	x															
Tabanidae (Diptera, Arthropoda)	x									x						
Carabidae (Coleoptera, Arthropoda)		x							x	x						
Ostracoda (Arthropoda)			x													x

Tabela 1: Continuação

	Ilha de Algodal								Península de Ajuruteua							
	Junho				Dezembro				Junho				Dezembro			
	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR	BM	VG	AL	AR
Decapoda (Zoea) (Arthropoda)	x															
Euphausiacea (Arthropoda)				x								x				x
<i>Trichophoxus sp.</i> (Euphausiacea, Arthropoda)				x												x
Phoxocephalidae (Amphipoda, Arthropoda)				x												
Gammaridae (Amphipoda, Arthropoda)				x								x				
Apseudidae (Tanaidacea, Arthropoda)	x															
Kalliapseudidae (Tanaidacea, Arthropoda)			x													
Penaecidae (larva) (Decapoda, Arthropoda)			x													
<i>Lepidophthalmus siriboia</i> (Decapoda, Arthropoda)			x	x												
<i>Uca mordax</i> (Decapoda, Arthropoda)	x	x							x							
<i>Uca sp.</i> (Decapoda, Arthropoda)	x								x							

Na ilha de Algodal, a macrofauna total foi composta por 57 táxons, sendo 56 no período chuvoso e nove no período seco. Na península de Ajuruteua a macrofauna total constituiu 45 táxons, onde os períodos chuvoso e seco tiveram por 33 e 36 táxons, respectivamente. Os Annelida foram dominantes em praticamente todos os locais e ocasiões de coleta, representando mais de 80% do total de organismos seguidos por Arthropoda e Mollusca, a única exceção foi observada na ilha de Algodal durante o período seco (Figura 3).

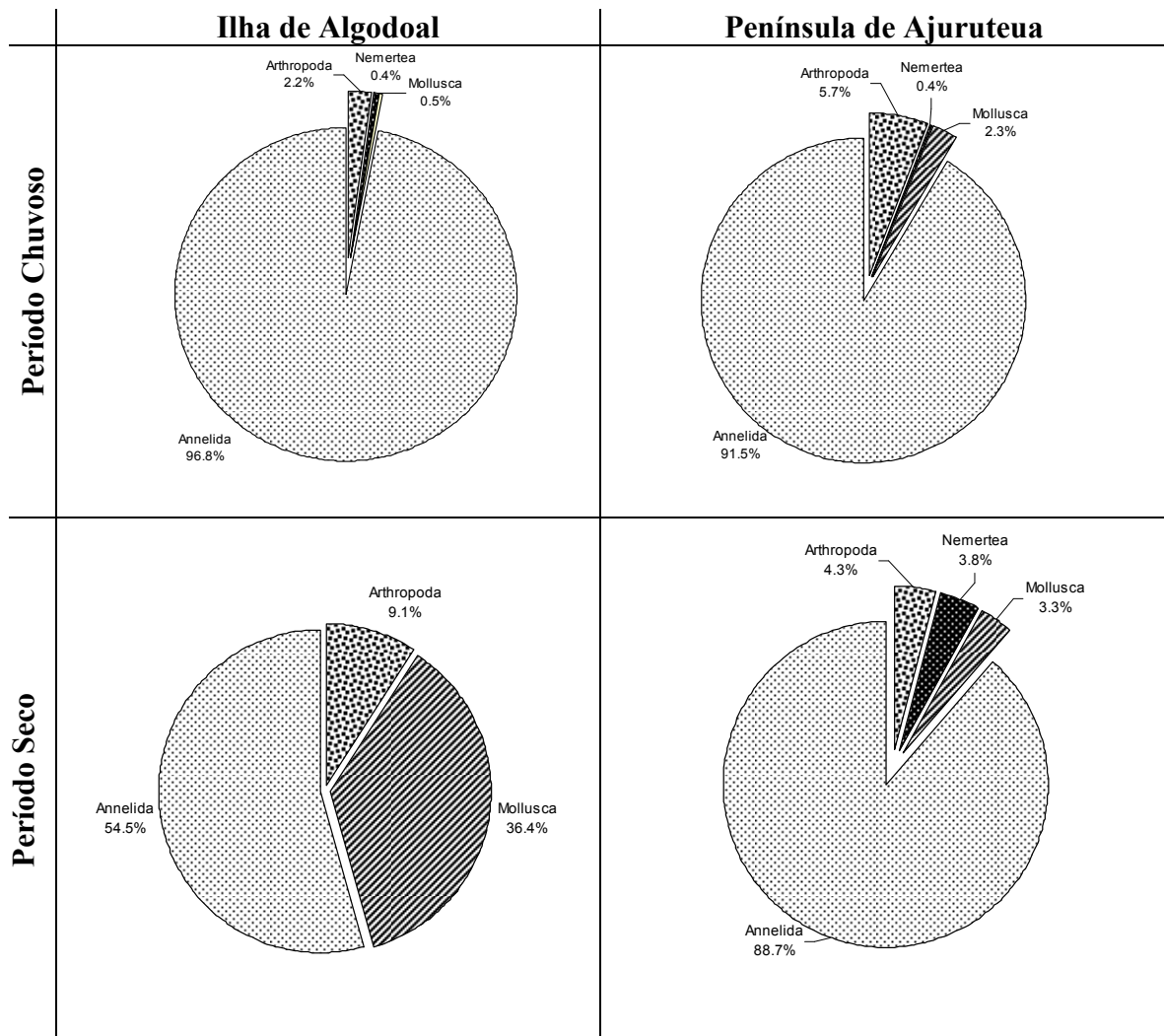


Figura 3: Participação relativa dos filos da macrofauna bentônica registrados por locais e períodos de coleta na península de Ajuruteua e ilha de Algodal (PA).

Na ilha de Algodal, no período chuvoso, os Annelida totalizaram mais de 90% dos organismos, representados principalmente por Tubificidae (72%) (Figura 4). No período seco, os Annelida foram ainda dominantes, mas se observa elevação na participação de



Mollusca. Neste período o táxon dominante foi *Bivalvia* (36,4%), seguido por Tubificidae (18,2%) e *Streblospio benedict* (18%) (Figura 4).

Na península de Ajututeua, a distribuição da macrofauna se apresentou de maneira mais uniforme entre os períodos de amostragem. Nos dois períodos de coleta a macrofauna foi comporta predominantemente por Annelida. Os táxons Tubificidae (39,2%) e *Mediomastus* sp. (20%), foram dominantes no período chuvoso; o período seco também foi dominado pelo Capitellidae *Notomastus lobatus* (40%), seguido pelos Tubificidae (22%), (Figura 4).

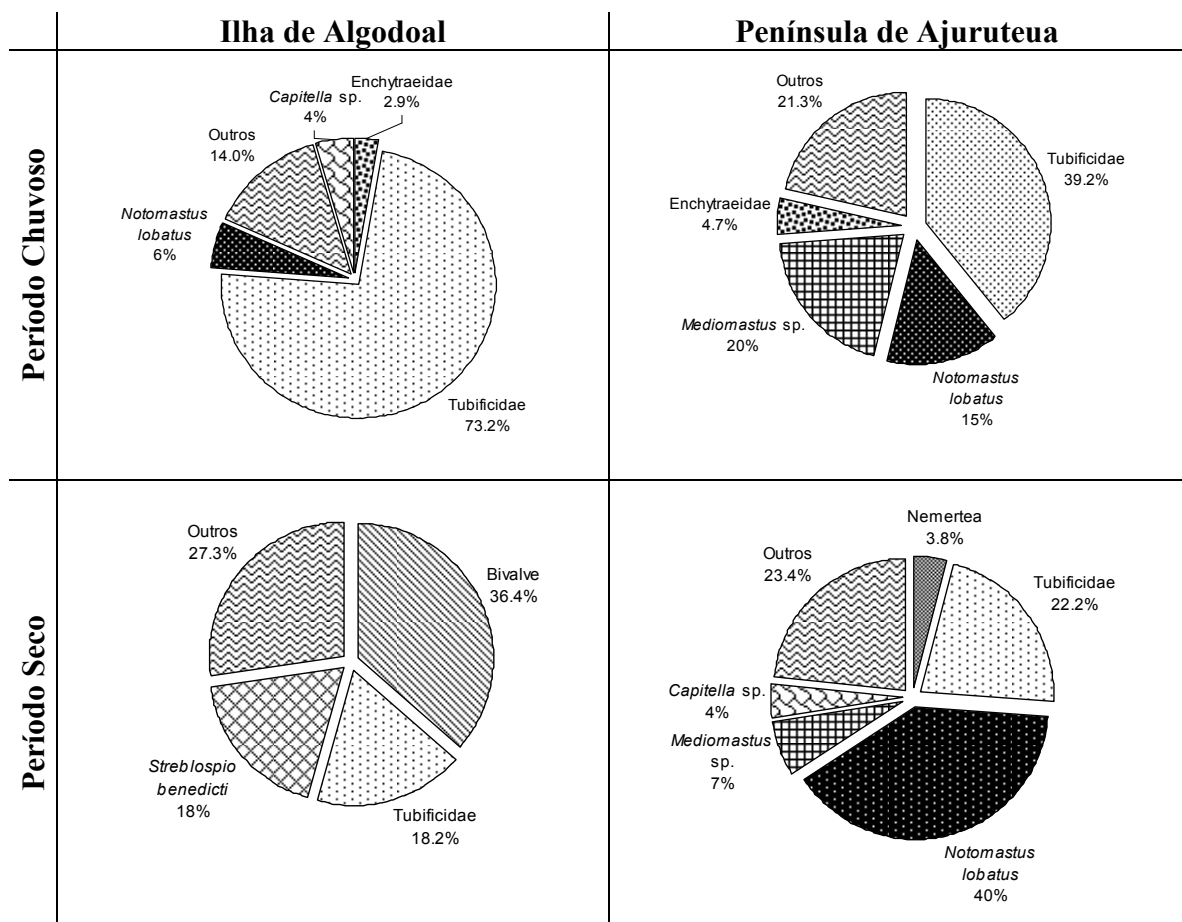


Figura 4: Participação relativa dos principais táxons da macrofauna bentônica por local e período de coleta na península de Ajuruteua e ilha de Algodal (PA).

## 4.2 Testes Metodológicos

### 4.2.1 Malha

#### 4.2.1.1 Ilha de Algodual – PA

A riqueza e a densidade apresentaram padrões semelhantes no período chuvoso, com ambos os descritores apresentando diferenças significativas entre habitats e malhas (Tabela 2). A malha de 1,0 mm reteve significativamente menos organismos e menos táxons que as demais malhas. Segundo o teste de Tukey, as malhas de 0,5 0,3 e 0,25 mm não apresentaram diferenças significativas entre si, ainda que as duas últimas tenham retido mais indivíduos e táxons (Figura 5).

Este padrão foi observado principalmente em habitats lamosos (borda do mangue - BM e mangue - MG), onde geralmente os valores de riqueza e densidade foram mais elevados. Nos habitats arenosos (areno-lamoso - AL e arenoso - AR) as variações nestes descritores não foram bem pronunciadas, sendo a capacidade de retenção similar entre as malhas utilizadas (Figura 5).

Tabela 2: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período chuvoso, utilizando diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (Nº táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Habitat	59,66	3	0,00**	63,03	3	0,00**
Malha	18,8	3	0,00**	12,66	3	0,00**
Habitat*Malha	1,52	9	0,15	1,87	9	0,06

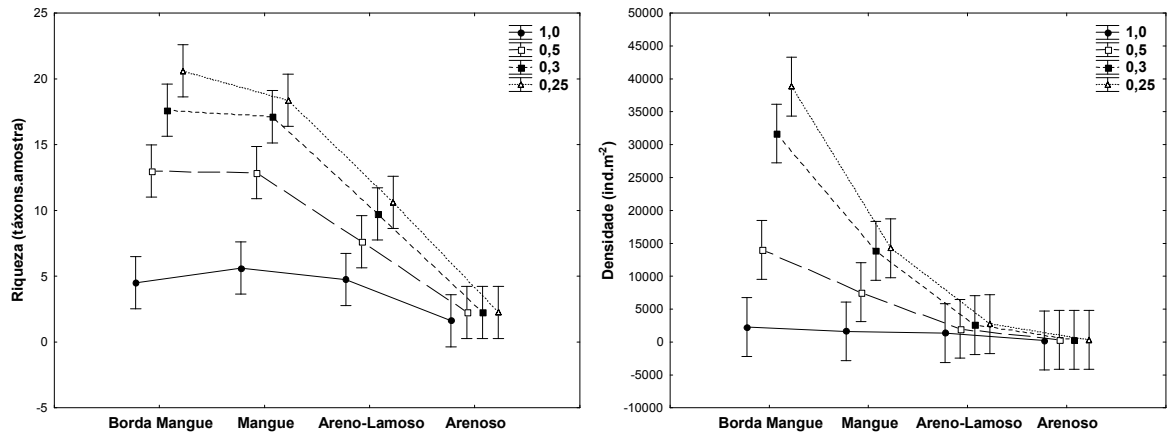


Figura 5: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodoal - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Quando os filões e famílias mais abundantes foram analisados individualmente, os valores de densidade no mês de junho apresentaram algumas variações. Para o filo Annelida as malhas de 1,0 e 0,5 mm retiveram significativamente menos organismos que as demais na borda do mangue, onde as densidades do filo foram superiores. Nas demais malhas e nos demais hábitats não foram identificadas diferenças significativas na capacidade de retenção (Tabela 3; Figura 6).

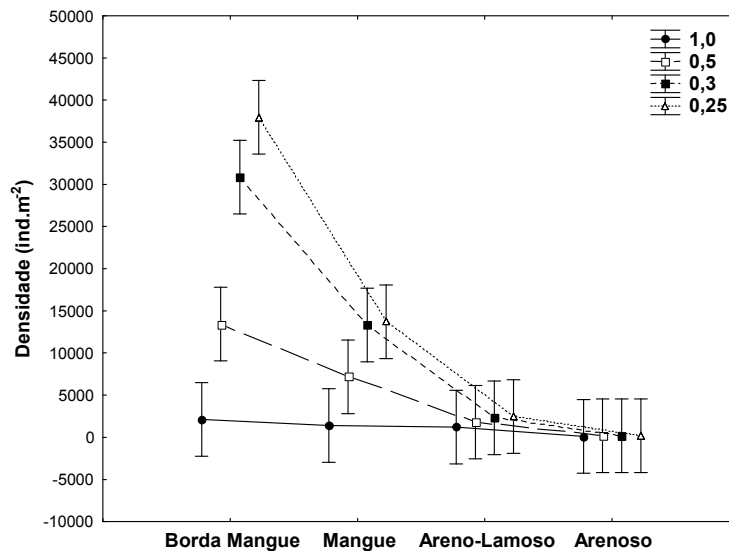


Figura 6: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodoal no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Em nível de família, foram analisadas individualmente as três mais abundantes, Tubificidae, Capitellidae e Nereididae. Os Tubificidae foram significativamente menos

capturados pelas malhas de 0,5 e 1,0 mm na borda do mangue; no mangue, ainda que estas duas malhas tenham sido menos eficientes que as demais, a diferença não foi significativa.

Para os Capitellidae, a malha de 1,0 mm foi a menos eficiente, principalmente na borda do mangue e no mangue, onde nesta malha ficaram retidos significativamente menos organismos. Os Nereididae, em geral, não diferiram significativamente em densidade entre as diferentes malhas. No entanto, vale ressaltar que as malhas de 0,5, 0,3 e 0,25 apresentaram maior eficiência na retenção dos mesmos, principalmente em hábitat mangue (Tabela 3; Figura 7).

Tabela 3: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodal - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes hábitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Hábitat	Malha	Hábitat*Malha
Annelida	<i>F</i>	47,09	5,92	0,96
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,00**	0,47
Tubificidae	<i>F</i>	57,01	28,96	4
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,00**	0,00**
Capitellidae	<i>F</i>	79,93	3,01	0,31
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,03*	0,97
Nereididae	<i>F</i>	42,54	1,97	0,86
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,12	0,57

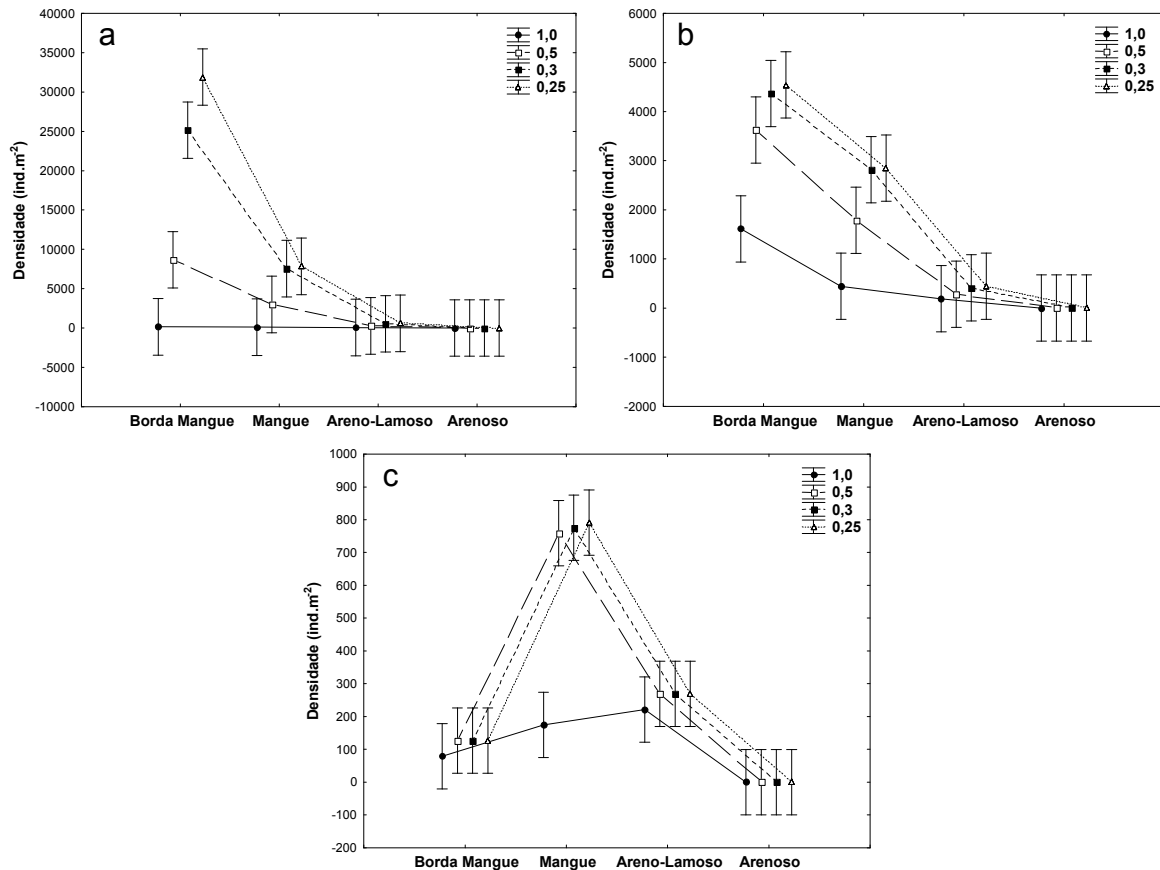


Figura 7: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodoad – PA durante o período chuvoso, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais o erro padrão.

No período seco, não foram observadas diferenças entre malhas, as diferenças somente foram significativas entre habitats (Tabela 4), principalmente devido aos maiores valores de densidade e riqueza no habitat arenoso. As malhas apresentaram padrão de retenção similar, principalmente entre as de 0,3 e 0,25 mm, sendo a malha 1,0 mm a menos eficiente principalmente em local arenoso. Nos demais habitats, a eficiência de retenção não variou significativamente entre malhas (Figura 8).

Tabela 4: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodoad - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (Nº táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>P</i>
Habitat	10,39	3	0,00**	7,48	3	0,00**
Malha	0,17	3	0,92	0,09	3	0,96
Habitat*Malha	0,04	9	1	0,04	9	1

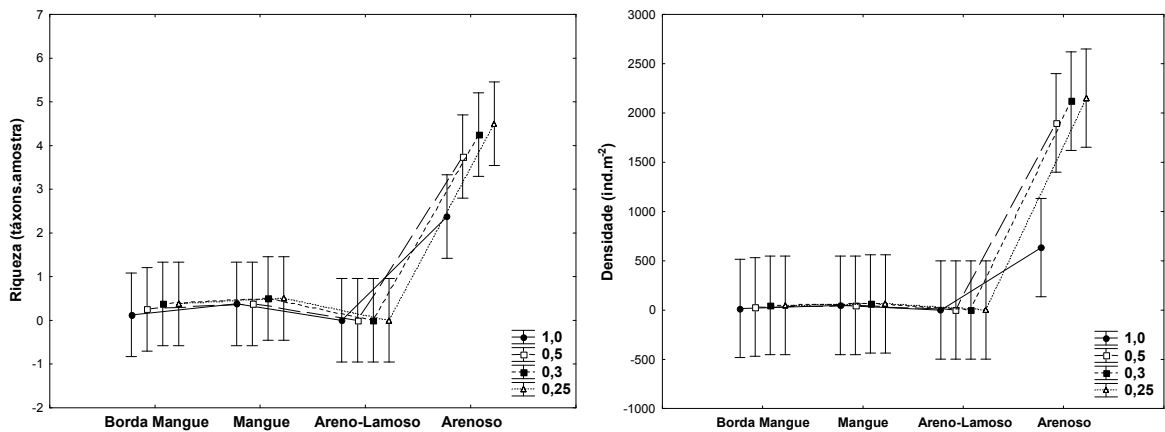


Figura 8: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodual - PA no período seco (dezembro), entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Em nível de filo não foram observadas diferenças significativas na densidade entre malhas. No entanto, apesar de não significativamente, as malha de 0,3 e 0,25 mm apresentaram maior eficiência de retenção. As diferenças somente foram significativas entre habitats, sendo os valores mais elevados encontrados na área arenosa (Tabela 5; Figura 9).

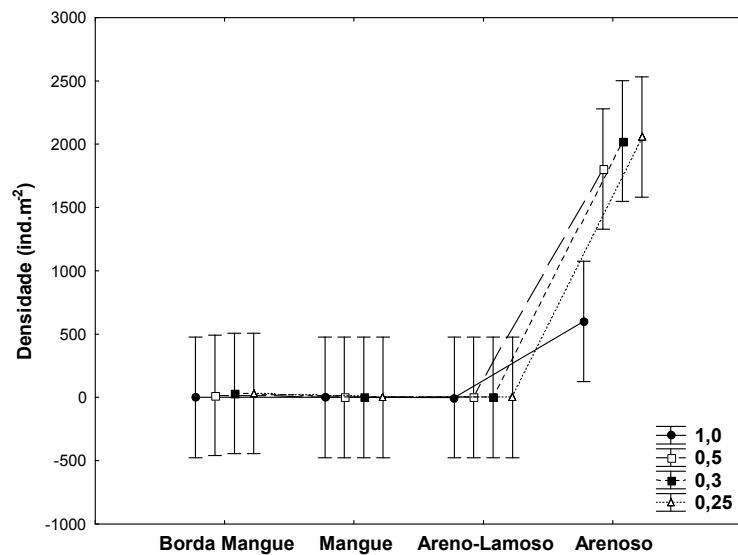


Figura 9: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodual – PA no período seco, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Em nível de família, todas apresentaram diferenças significativas entre habitats, sendo os maiores valores de densidade registrados no habitat arenoso. Entre malhas as

diferenças não foram significativas para nenhuma das famílias, sendo que para os Capitellidae e, principalmente, Nereididae a eficiência de retenção foi semelhante em praticamente todas as malhas. Apesar de não significativamente, a família Tubificidae teve densidades muito mais baixas na malha de 1,0 mm (Tabela 5; Figura 10).

Tabela 5: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual - PA, durante o período seco, utilizado diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Hábitat	Malha	Hábitat*Malha
Annelida	<i>F</i>	12,66	0,23	0,12
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,88	0,99
Tubificidae	<i>F</i>	13,46	0,22	0,11
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,88	0,99
Capitellidae	<i>F</i>	12,99	0,07	0,04
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,98	1
Nereididae	<i>F</i>	9,33	0	0
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	1	1

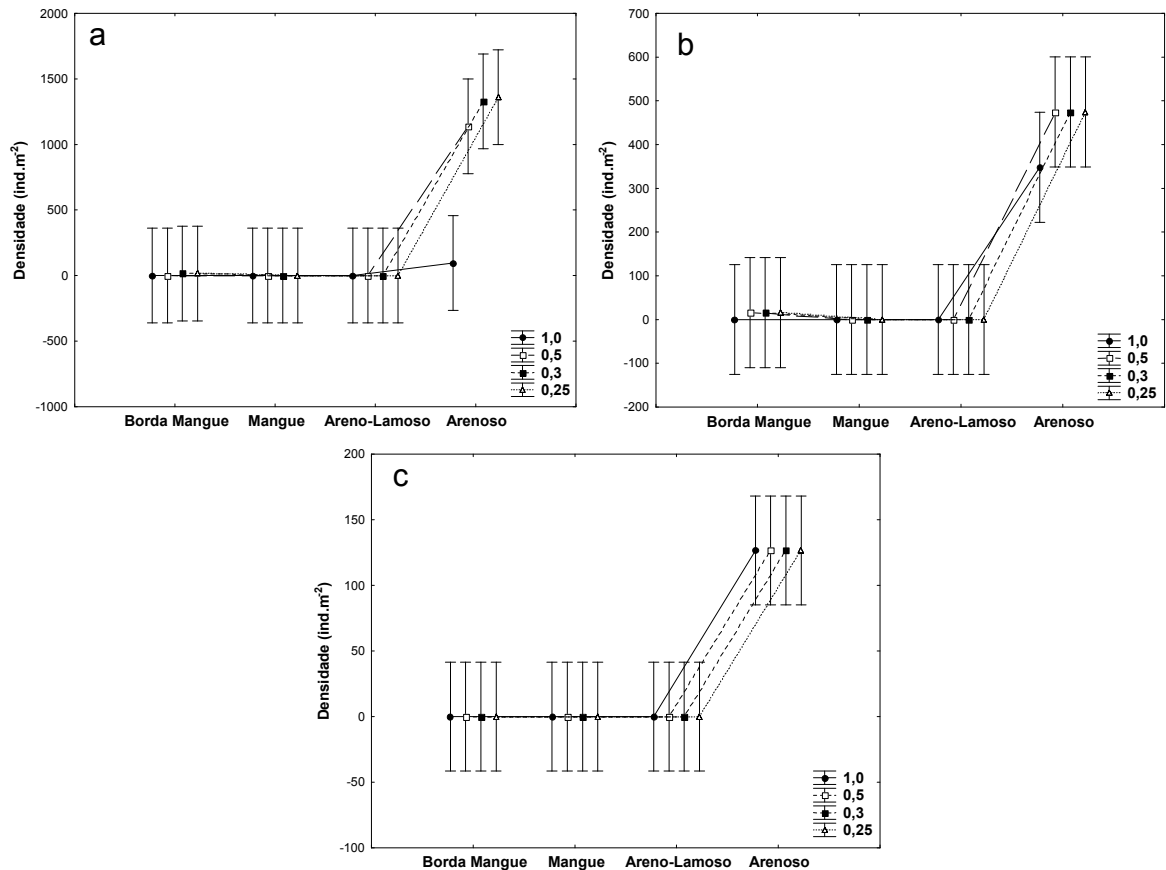


Figura 10: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodual – PA durante o período seco, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

#### 4.2.1.2 Península de Ajuruteua – PA

No final do período chuvoso a riqueza variou significativamente entre malhas, sendo que a malha de 1,0 mm reteve significativamente menos organismos que as de 0,3 e 0,25 mm, principalmente nos habitats lamosos. As malhas de 0,5 0,3 e 0,25 não apresentaram diferenças significativas entre si em qualquer dos habitats estudados, ainda que a primeira tenha sido sempre menos eficiente nos habitats lamosos (Tabela 6; Figura 11).

A densidade também apresentou padrões similares aos de riqueza, com diferenças significativas entre habitats e malhas. Observou-se também que, principalmente em habitat borda do mangue, a capacidade de retenção da malha de 1,0 mm e 0,5 mm foi muito inferior. No entanto, apesar de a malha de 1,0 mm apresentar retenção inferior em todos os



hábitats, individualmente estas diferenças não foram significativas (Tabela 6; Figura 11). A eficiência de retenção foi maior nas malhas de 0,3 e 0,25 mm.

Tabela 6: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, utilizando diferentes hábitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (Nº táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Hábitat	29,61	3	0,00**	13,42	3	0,00**
Malha	12,92	3	0,00**	12,38	3	0,00**
Hábitat*Malha	0,71	9	0,70	0,11	9	0,99

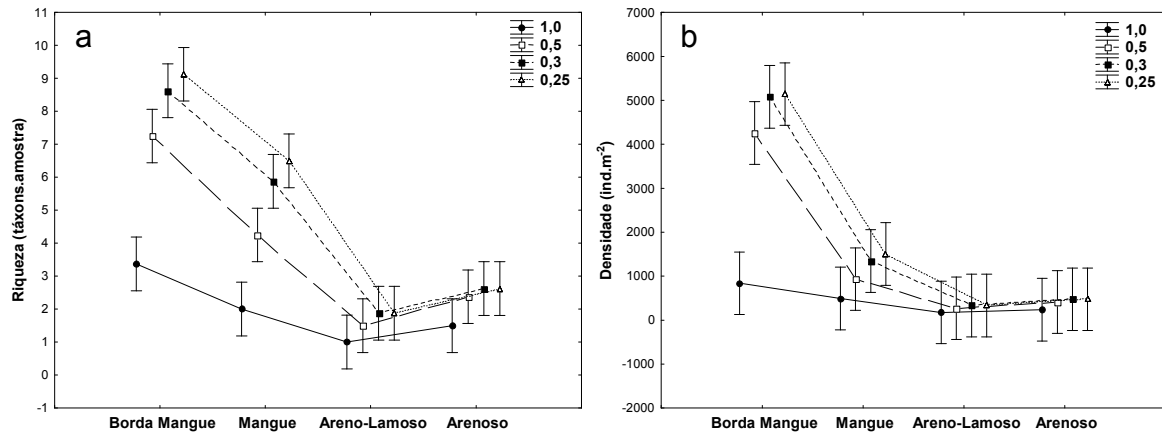


Figura 11: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Em nível de filo, observaram-se diferenças altamente significativas entre hábitats e malhas (Tabela 7). A capacidade de retenção dos Annelida foi inferior na malha de 1,0 mm em todos os hábitats, sobretudo na borda do mangue, quando a diferença foi significativa (Figura 12).

Tabela 7: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Habitat	Malha	Habitat*Malha
Annelida	<i>F</i>	8,30	6,16	0,08
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,00**	1
Tubificidae	<i>F</i>	11,26	11,18	1,17
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,00**	0,32
Capitellidae	<i>F</i>	45,51	1,75	0,23
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,16	0,99
Nereididae	<i>F</i>	4,66	0,49	0,07
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,69	1

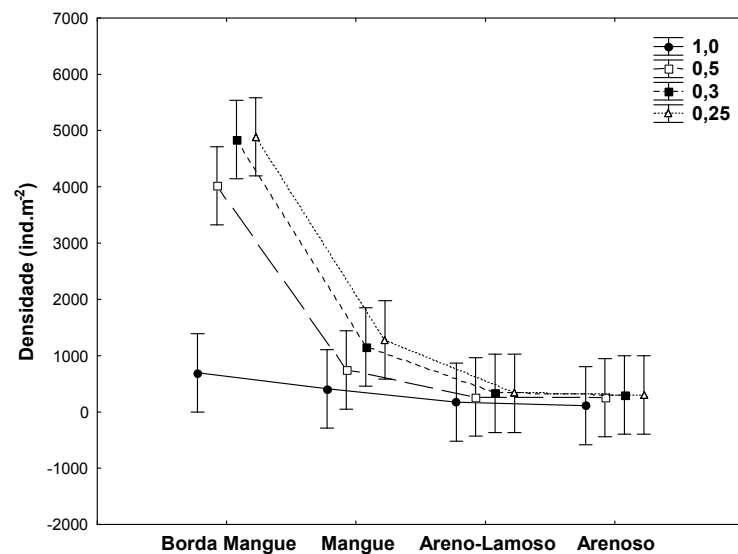


Figura 12: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período chuvoso, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Apenas os Tubificidae apresentaram diferenças significativas entre malhas, onde se observou a baixa eficiência da malha de 1,0 mm na retenção de organismos deste grupo, principalmente na borda mangue, onde estes foram mais abundantes. Entre os Capitellidae, foram observadas diferenças significativas entre habitats, mas não entre malhas. Entre malhas, apesar de não significativa, foi observada uma menor retenção de organismos desta família pela malha de 1,0 mm, sobretudo nos habitats lamosos. A retenção de

Nereididae foi semelhante entre malhas, no entanto uma melhor eficiência foi observada nas malhas de abertura inferior a 0,5 mm (Tabela 7; Figura 13).

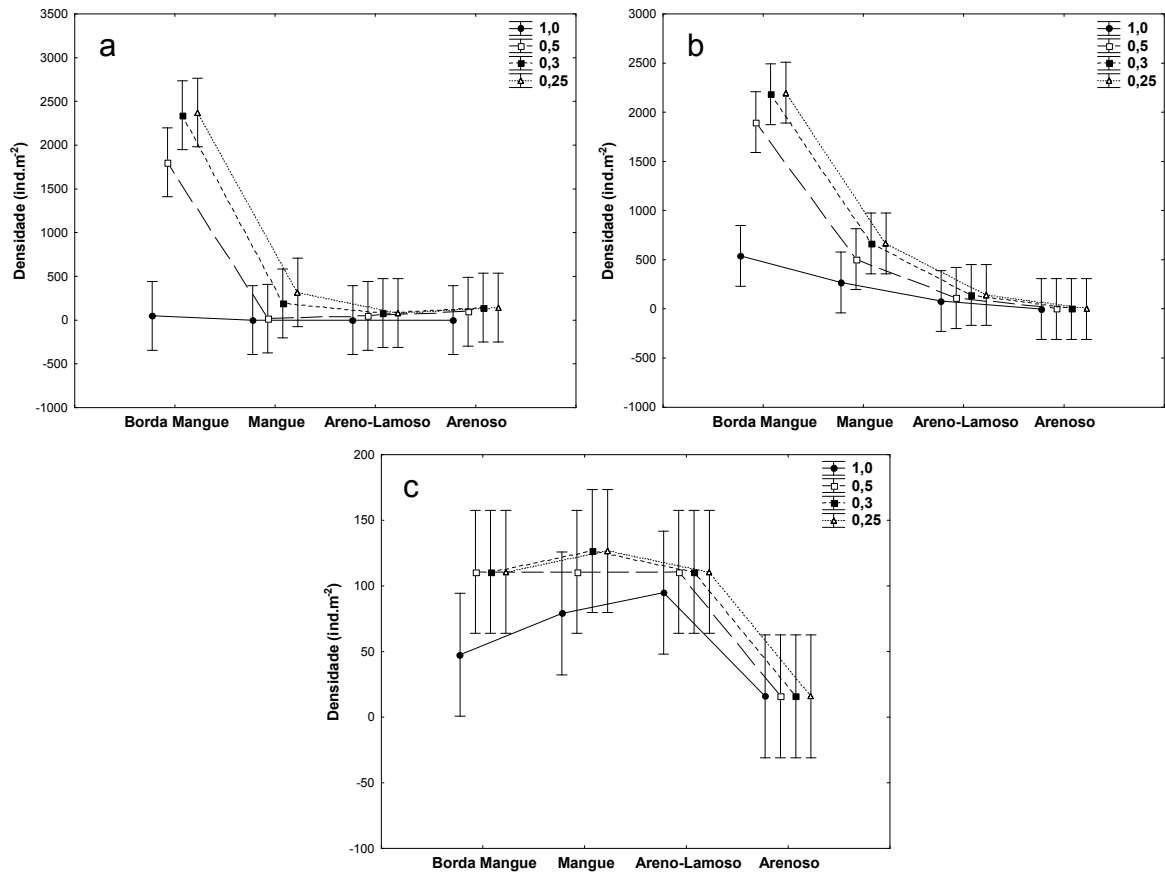


Figura 13: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período chuvoso, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Riqueza e densidade apresentaram padrões semelhantes no período seco, apresentando diferenças significativas entre hábitats e malhas (Tabela 8; Figura 14). Entre malhas, observou-se que houve uma perda significativa de táxons quando utilizada a malha de 1,0 mm, enquanto as malhas de 0,3 e 0,25 mm apresentaram capacidade de retenção maior e semelhante.

As diferenças de densidade entre aberturas de malha também foram significativas. De uma forma geral, a malha de 1,0 mm capturou significativamente menos organismos que as demais, seguida da malha de 0,5 mm (Tabela 8; Figura 14).

Tabela 8: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (N° táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Habitat	24,2	3	0,00**	60,09	3	0,00**
Malha	5,03	3	0,00**	3,25	3	0,03*
Habitat*Malha	0,18	9	0,99	0,26	9	0,98

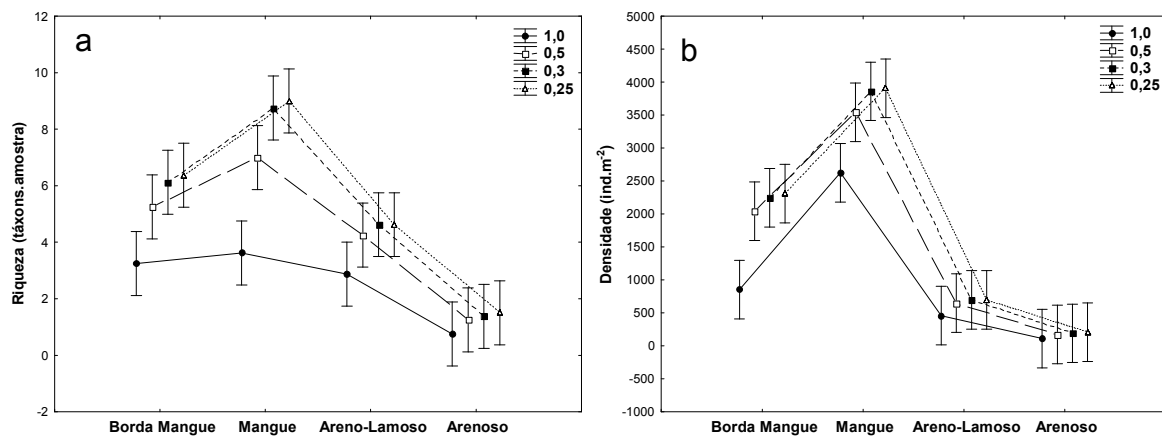


Figura 14: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua- PA no período seco, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

A densidade de Annelida variou significativamente entre habitats, mas não entre malhas. Apesar de não significativas, foi sempre observada baixa retenção de organismos deste filo em malha de 1,0 mm nos habitats lamosos (Borda do Mangue, Mangue e Areno-Lamoso) (Figura 15).

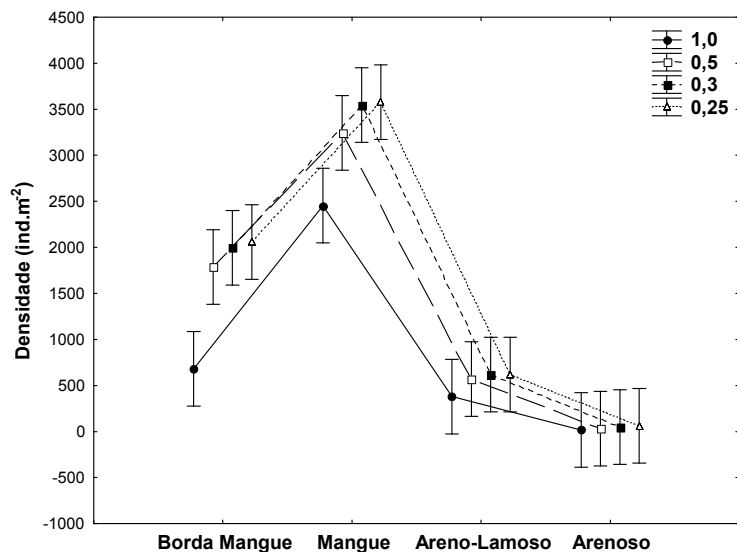


Figura 15: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período seco, entre diferentes hábitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

Os Tubificidae apresentaram diferenças significativas tanto entre malhas quanto entre hábitats. A densidade entre malhas seguiu o mesmo padrão já observado anteriormente, onde ocorreu grande perda de organismos pela malha 1,0 mm em hábitats de mangue e borda do mangue. Entre os Capitellidae, as diferenças somente foram significativas entre hábitats, apesar dos valores observados serem inferiores na malha de 1,0 mm, principalmente em hábitat de mangue.

Os Nereididae, assim como os Capitellidae, apresentaram diferenças significativas somente entre hábitats. Não foram observadas diferenças significativas em densidade entre as malhas; no entanto, com exceção no hábitat borda do mangue, nos demais observou-se baixa eficiência de retenção para este grupo na malha de 1,0 mm (Tabela 9; Figura 16).

Tabela 9: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período seco, utilizado diferentes habitats e malhas (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Hábitat	Malha	Hábitat*Malha
Annelida	<i>F</i>	68,07	2,37	0,23
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,07	0,99
Tubificidae	<i>F</i>	21,56	3,75	0,81
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,01**	0,61
Capitellidae	<i>F</i>	61,61	1,07	0,15
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,36	0,99
Nereididae	<i>F</i>	6,26	0,58	0,20
	<i>gl</i>	3	3	9
	<i>p</i>	0,00**	0,63	0,99

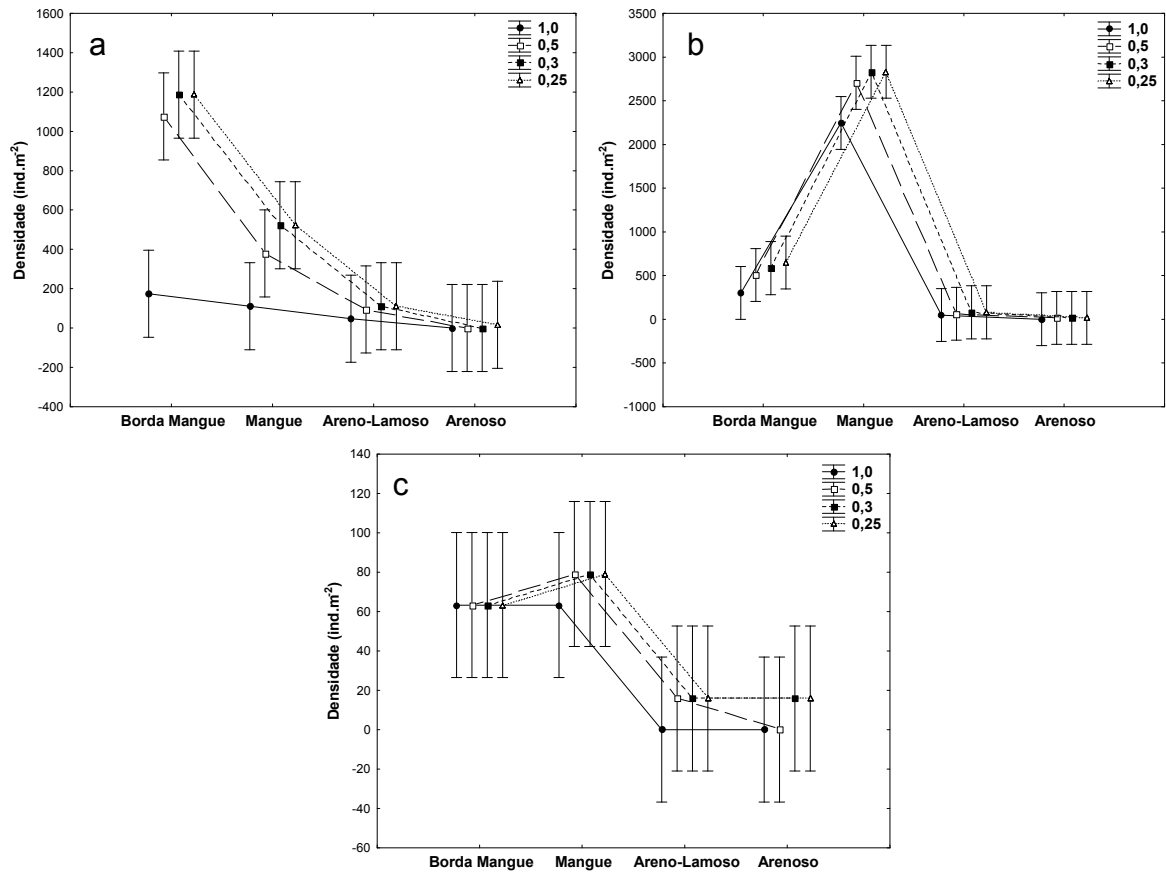


Figura 16: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período seco, entre diferentes habitats e malhas. As barras verticais representam o erro padrão.

## 4.2.2 Profundidade

### 4.2.2.1 Ilha de Algodal – PA

Riqueza e densidade variaram significativamente entre habitats no período chuvoso. Por sua vez, somente a riqueza foi significativamente inferior no estrato 0-5 cm e superior na profundidade 0-20 cm; a profundidade de 0-10 cm não foi significativamente diferente das demais. A densidade não diferiu significativamente entre as profundidades testadas, sendo que, os valores foram semelhantes ao se utilizar profundidades de 10 ou 20 cm de escavamento (Tabela 10; Figura 17).

Tabela 10: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodual - PA no período chuvoso, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (N° táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Habitat	44,89	3	0,00**	51,95	3	0,00**
Profundidade	5,96	2	0,00**	0,76	2	0,47
Habitat*Profundidade	0,31	6	0,93	0,07	6	0,99

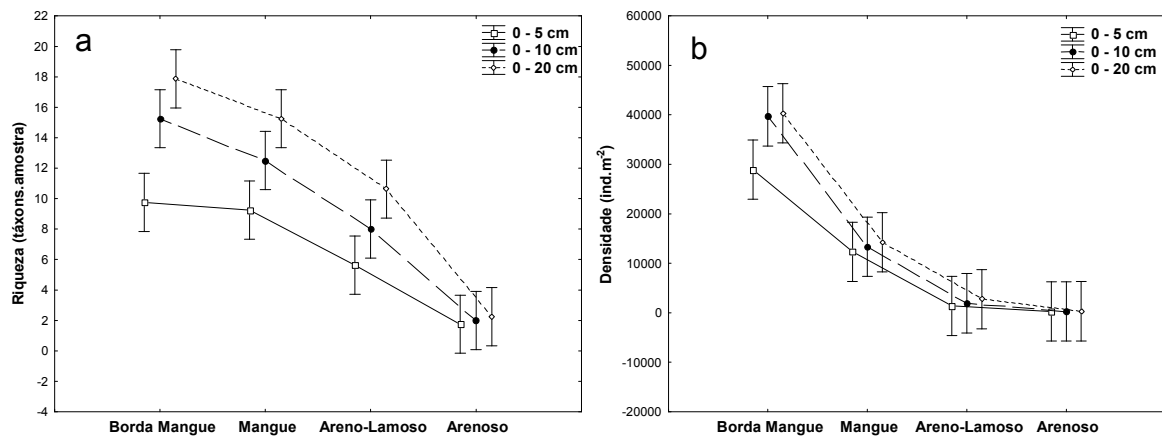


Figura 17: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodual - PA no período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Os Annelida apresentaram densidade significativamente diferente apenas entre habitats. A densidade não variou significativamente entre profundidades, e teve valores muito similares ao utilizar qualquer das duas últimas profundidades de escavamento. Na borda do mangue os valores foram inferiores na primeira camada do sedimento, nos demais habitats estas variações não foram acentuadas (Tabela 11; Figura 18).



Tabela 11: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodual - PA, durante o período chuvoso, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Habitat	Profundidade	Habitat*Profundidade
Annelida	<i>F</i>	10,01	4,56	0,49
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,63	0,82
Tubificidae	<i>F</i>	8,85	1,08	0,31
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,34	0,93
Capitellidae	<i>F</i>	37,58	1,51	0,39
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,23	0,88
Nereididae	<i>F</i>	33,95	1,41	0,53
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,25	0,78

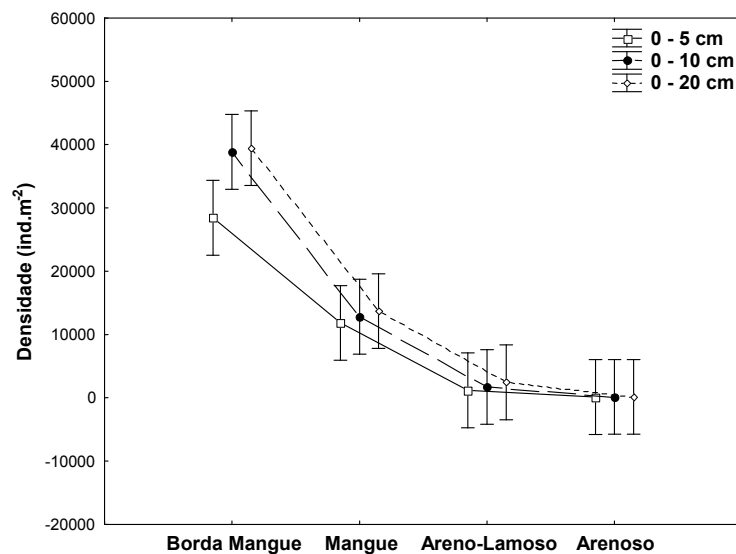


Figura 18: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodual – PA no período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Apesar de não significativa, observou-se uma redução na densidade de Tubificidae e Capitellidae na profundidade 0–5 cm na borda mangue. Os Nereididae apresentaram variação entre profundidades, apesar de não significativa, apenas no mangue (Tabela 11; Figura 19).

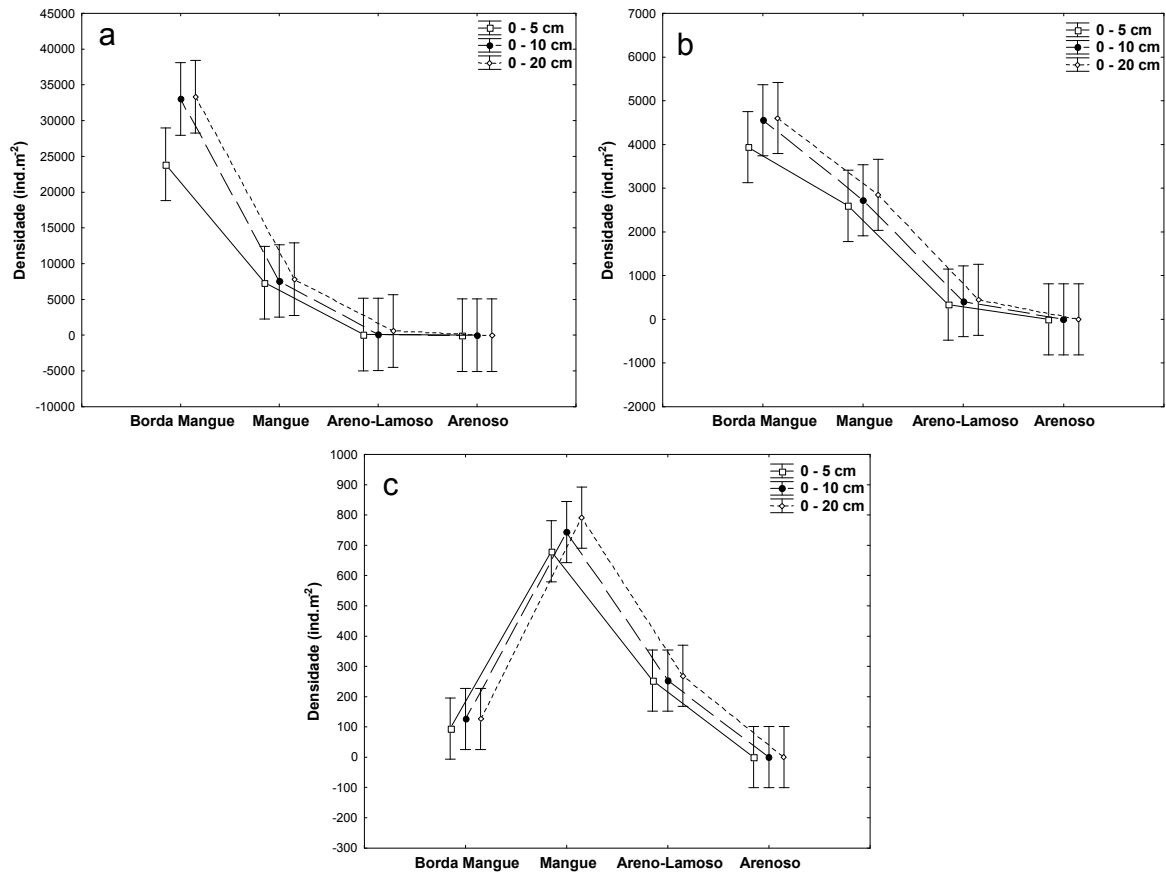


Figura 19: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodoal – PA durante o período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Não foram observadas diferenças significativas em riqueza e densidade no período seco entre habitats ou profundidades, ainda que menores valores tenham sido sempre registrados nos habitats borda do mangue e areno-lamoso (Tabela 12; Figura 20).

Tabela 12: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na ilha de Algodoal - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (Nº táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Habitat	2,01	3	0,12	2,15	3	0,09
Profundidade	0,08	2	0,93	0,07	2	0,93
Habitat*Profundidade	0,04*	6	1	0,06	6	0,99

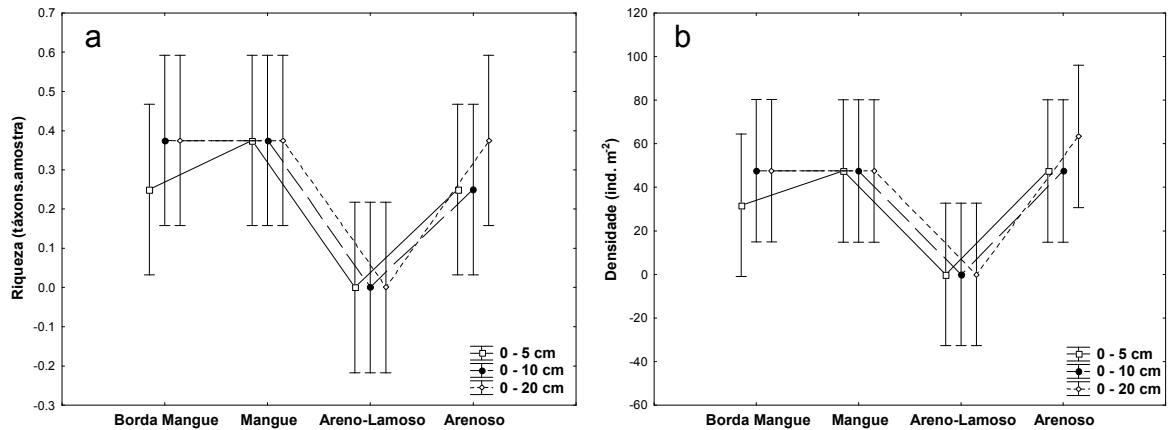


Figura 20: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica da ilha de Algodoal - PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

No filo Annelida a densidade foi significativamente diferente somente entre os habitats, onde de uma forma geral, os habitats borda do mangue e arenoso apresentaram maior número de organismos. Não foram observadas variações significativas de densidade entre as três profundidades de escavação testadas (Tabela 13; Figura 21).

Tabela 13: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na ilha de Algodoal - PA, durante o período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Habitat	Profundidade	Habitat*Profundidade
Annelida	<i>F</i>	3,26	0,31	0,17
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,03*	0,73	0,98
Tubificidae	<i>F</i>	2	0,25	0,25
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,12	0,78	0,96
Capitellidae	<i>F</i>	2	0,5	0,5
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,12	0,61	0,81
Nereididae	<i>F</i>	3	0	0
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,03*	1	1

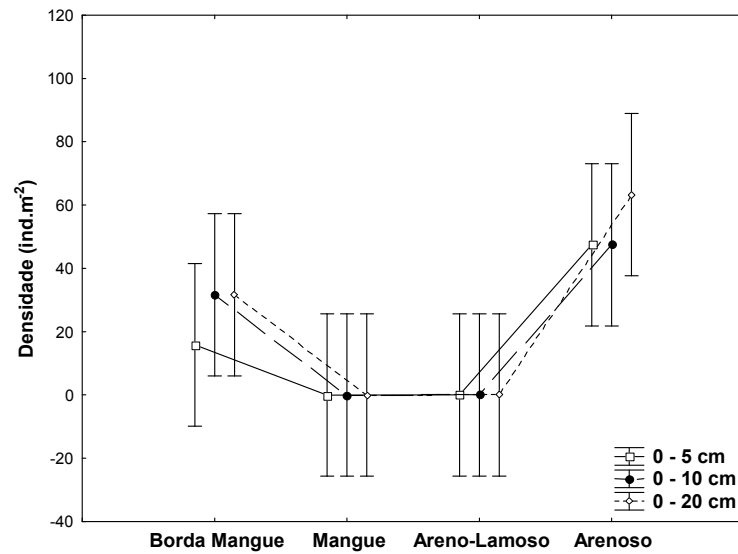


Figura 21: Densidade do filo Annelida na ilha de Algodal – PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Entre famílias, não foram observadas diferenças significativas entre habitats ou profundidades, exceto pelos Nereididae, que apresentaram densidade superior no habitat arenoso, visto que os demais habitats não tiveram representantes desta família. Os Capitellidae foram encontrados somente em profundidade inferior a 5 cm na borda do mangue (Tabela 13; Figura 22).

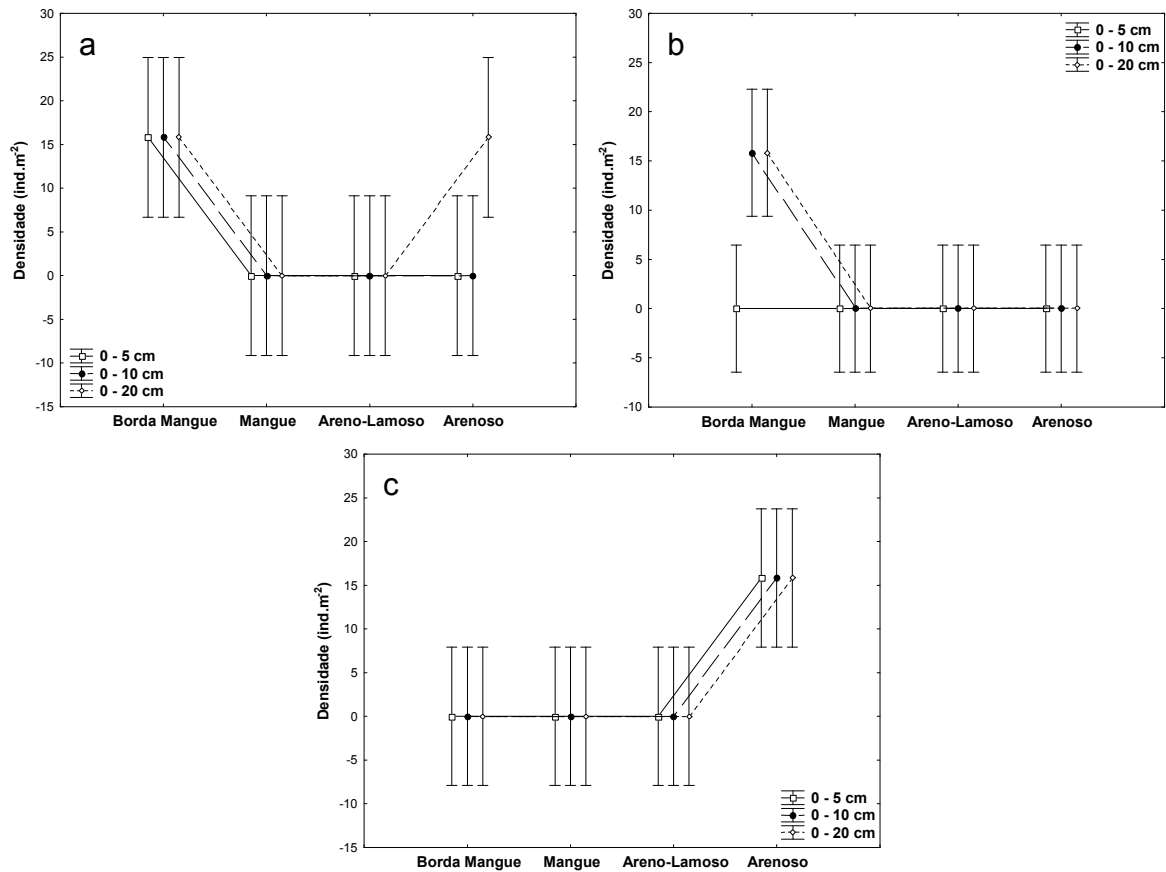


Figura 22: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na ilha de Algodal – PA durante o período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

#### 4.2.2.2 Península de Ajuruteua – PA

Riqueza e densidade foram significativamente diferentes entre habitats e profundidades durante o período chuvoso. De uma forma geral, tanto riqueza quanto densidade foram significativamente mais baixas na profundidade 0-5 cm, principalmente em habitats lamosos. Nos habitats arenosos as diferenças entre profundidades não foram significativas nem acentuadas (Tabela 14; Figura 23).

Tabela 14: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (N° táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Habitat	20,51	3	0,00**	11,65	3	0,00**
Profundidade	9	2	0,00**	7,13	2	0,00**
Habitat*Profundidade	0,23	6	0,96	0,2	6	0,97

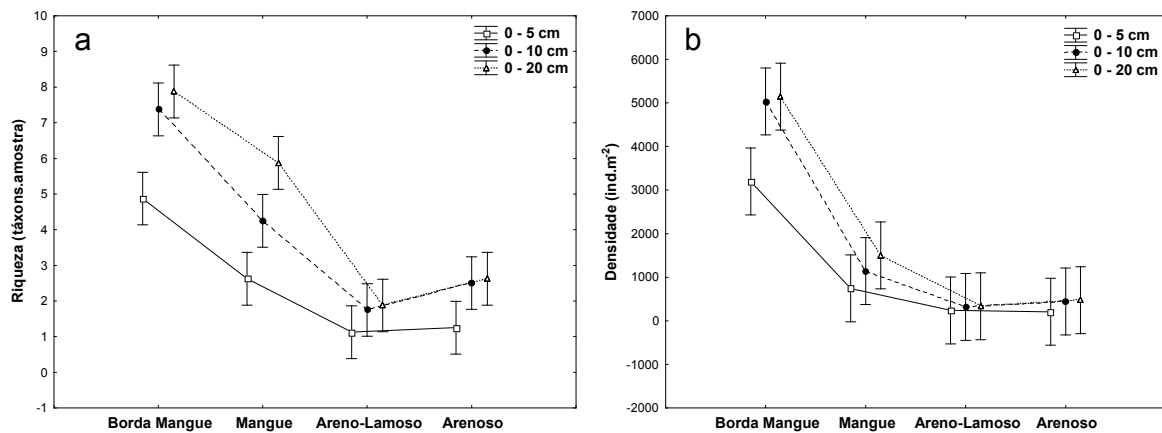


Figura 23: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Os Annelida apresentaram densidade significativamente diferente entre habitats e profundidades. As diferenças entre profundidades foram evidentes principalmente ao comparar os valores entre as profundidades 0-5 cm e 0-20 cm, sobretudo no habitat borda do mangue. A profundidade intermediária (0-10 cm) não foi significativamente diferente de nenhuma outra, e apresentou valores muito próximos aos obtidos em amostras de 20 cm de profundidade (Tabela 15; Figura 24).

Tabela 15: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período chuvoso, utilizado diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Habitat	Profundidade	Habitat*Profundidade
Annelida	<i>F</i>	10,01	4,56	0,49
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,01**	0,82
Tubificidae	<i>F</i>	8,85	1,08	0,31
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,34	0,93
Capitellidae	<i>F</i>	37,58	1,51	0,39
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,23	0,88
Nereididae	<i>F</i>	33,95	1,41	0,53
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,25	0,78

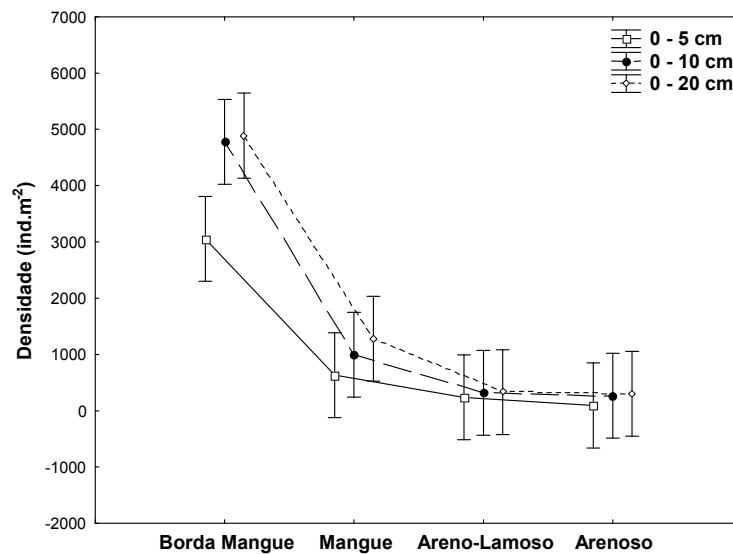


Figura 24: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Nenhuma das famílias testadas teve diferenças significativas de densidade entre profundidades. No entanto, observou-se perda de organismos ao utilizar a profundidade 0-5 cm, ao passo que as duas outras profundidades tiveram densidades similares na maioria dos habitats (Tabela 15; Figura 25).

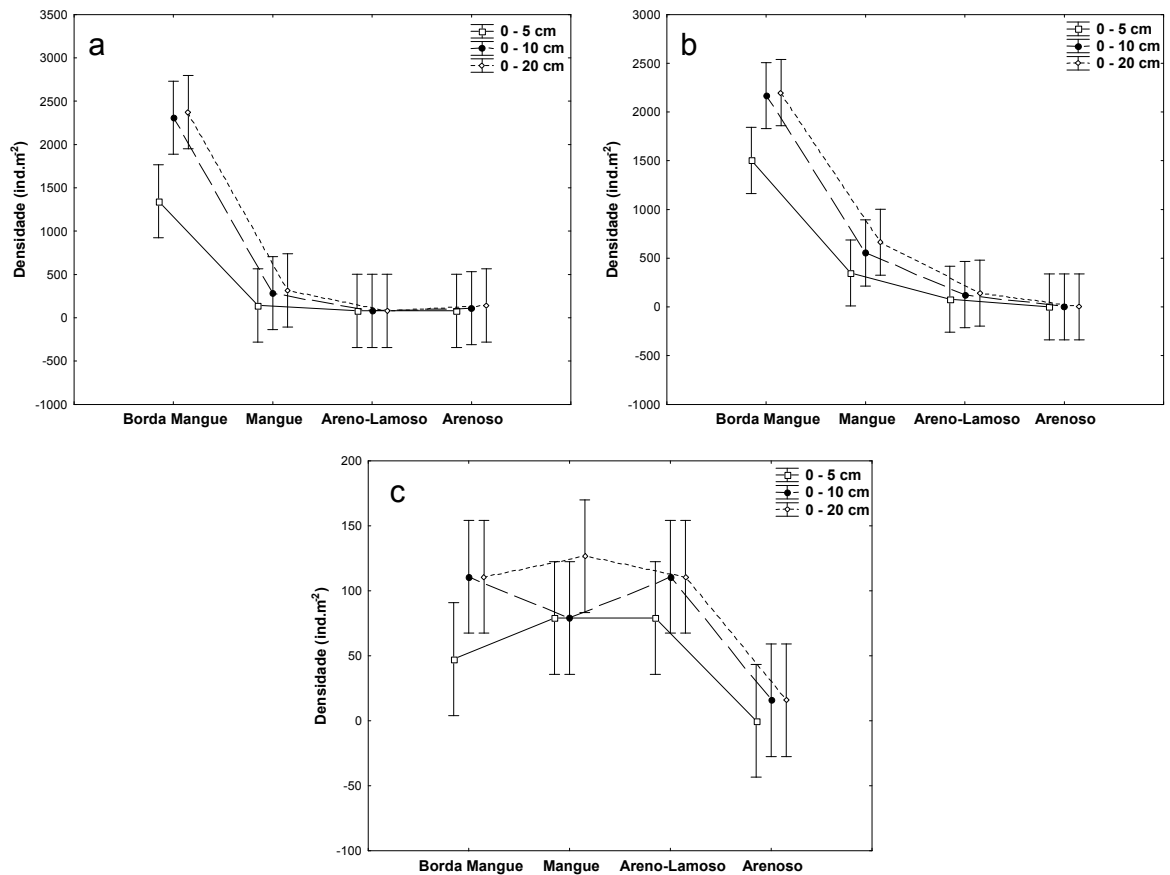


Figura 25: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período chuvoso, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

No período seco, riqueza e densidade apresentaram diferenças significativas apenas entre habitats. Entre profundidades, apenas a riqueza variou significativamente, principalmente entre as profundidades 0-5 cm e 0-20 cm. A densidade não diferiu significativamente entre profundidades. Em ambos os parâmetros os valores foram superiores no mangue, sendo também neste habitat registradas as maiores variações em função da profundidade (Tabela 16; Figura 26).



Tabela 16: Resultados de Análise de Variância dos parâmetros riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Riqueza (N° táxons)			Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )		
	<i>F</i>	gl	<i>P</i>	<i>F</i>	gl	<i>p</i>
Habitat	13,68	3	0,00**	13,09	3	0,00**
Profundidade	3,48	2	0,03*	1,7	2	0,19
Habitat*Profundidade	0,41	6	0,87	0,15	6	0,99

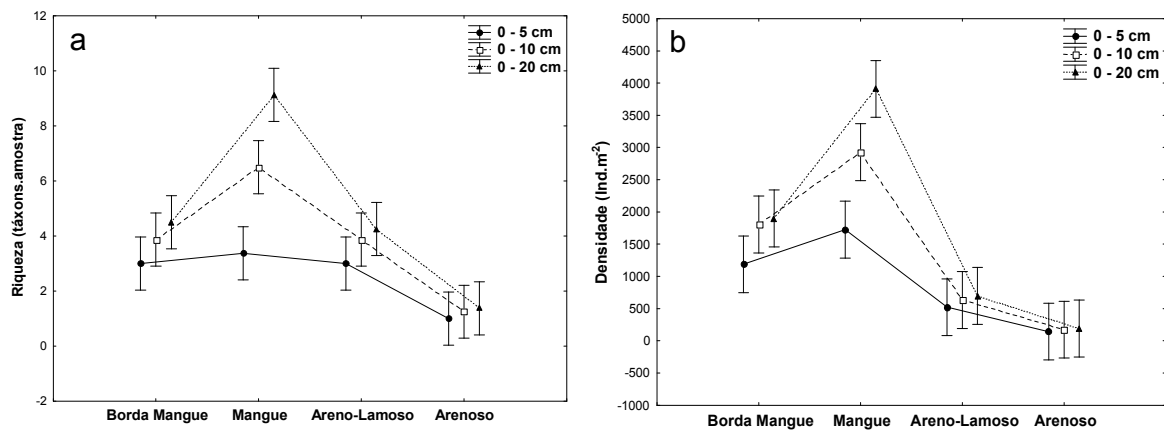


Figura 26: Riqueza e densidade da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Entre os Annelida, assim como observado para a macrofauna total, as diferenças em densidade somente foram significativas entre habitats. Observou-se também no mangue uma maior variação nos valores de densidade em função da profundidade, apesar de não significativa. As profundidades de 10 e 20 cm apresentaram densidade semelhante na maioria dos habitats (Tabela 17; Figura 27).

Tabela 17: Resultados de Análise de Variância de densidade por filo (Annelida) e famílias (Tubificidae, Capitellidae e Nereididae) mais abundantes na península de Ajuruteua - PA, durante o período seco, utilizando diferentes habitats e profundidades (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

		Habitat	Profundidade	Habitat*Profundidade
Annelida	<i>F</i>	21,59	2,55	0,12
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,08	0,99
Tubificidae	<i>F</i>	10,26	1,08	0,96
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,34	0,45
Capitellidae	<i>F</i>	39,07	1,17	0,22
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,32	0,97
Nereididae	<i>F</i>	29,58	0,99	0,22
	<i>gl</i>	3	2	6
	<i>p</i>	0,00**	0,38	0,97

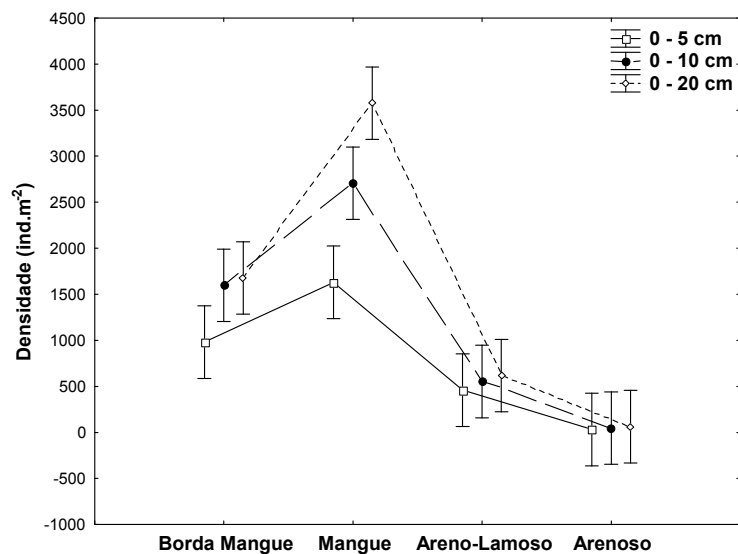


Figura 27: Densidade do filo Annelida na península de Ajuruteua – PA no período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

Entre famílias novamente não foram observadas diferenças significativas entre profundidades, no entanto, foram altamente significativas entre habitats (Tabela 17). Observou-se, em praticamente todas as famílias, uma subestimação em densidade de organismos em profundidade de 0–5 cm, no entanto estas variações não foram significativas.

Os Tubificidae apresentaram variação em função das profundidades testadas, em habitats borda do mangue e mangue. Os Capitellidae apresentaram um padrão de distribuição semelhante ao observado para os Annelida e macrofauna total, isso se deve à dominância dos membros desta família entre os Annelida, que corresponderam à cerca de 89% da macrofauna total neste período de amostragem. Foram observadas variações entre profundidades principalmente no habitat mangue (Figura 28). No entanto, deve-se ressaltar que estas variações não foram significativas.

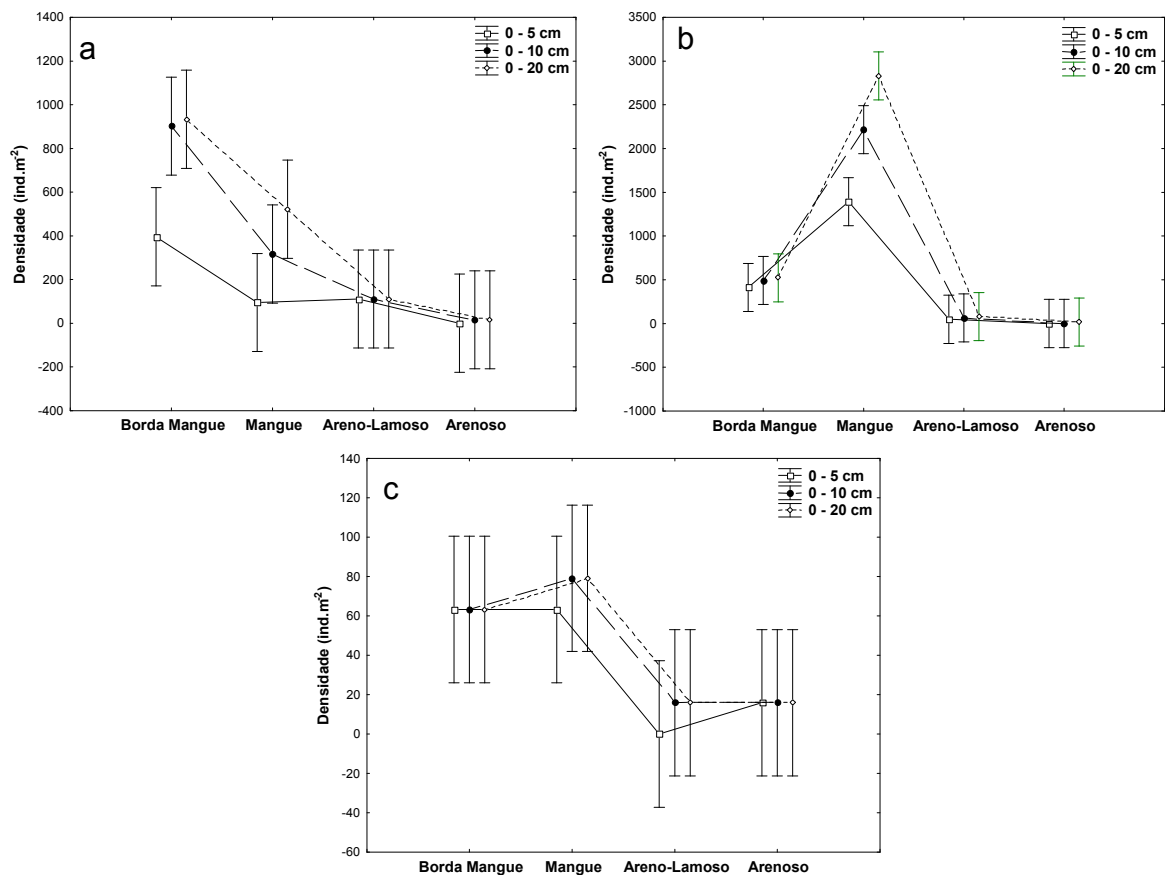


Figura 28: Densidade das famílias (a) Tubificidae, (b) Capitellidae e (c) Nereididae na península de Ajuruteua – PA durante o período seco, entre diferentes habitats e profundidades. As barras verticais representam o erro padrão.

### 4.3 Dados Ambientais

A precipitação pluviométrica durante o ano de 2007 (Figura 29) apresentou padrão sazonal bem demarcado. Foi observada precipitação mais elevada em fevereiro e

março (período chuvoso), e mínima em outubro e novembro (período seco). Os máximos foram registrados no mês de fevereiro (780 mm) e mínimo em dezembro (0,1 mm).

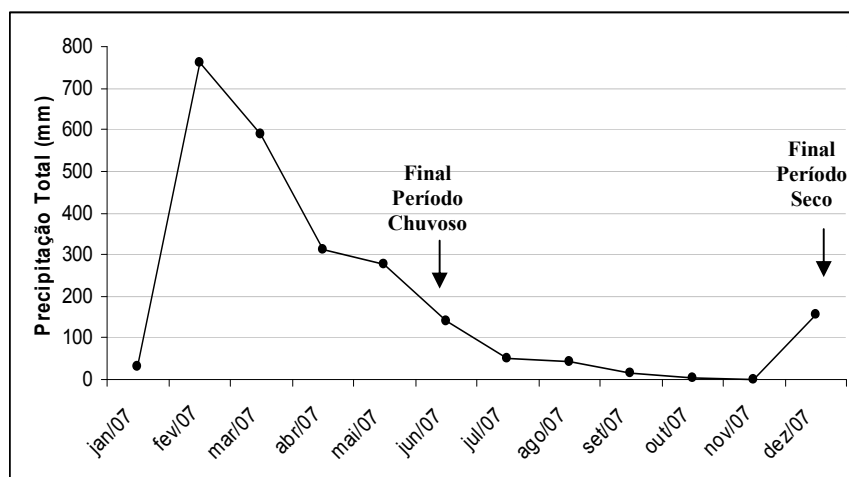


Figura 29: A precipitação acumulada mensal na estação Marapanim no ano de 2007. As setas indicam os meses de amostragem. Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA).

Os parâmetros texturais do sedimento são representados nas tabelas 18 e 19, por período de amostragem na ilha de Algodual e península de Ajuruteua, respectivamente. De acordo com a média do diâmetro dos grãos, os sedimentos dos habitats arenoso e arenolamoso foram classificados como areia fina nos dois locais e períodos; nos lamosos (mangue e borda do mangue) como silte fino a médio na ilha de Algodual, e areia muito fina a silte grosso na península de Ajuruteua, em ambos os períodos. Em todos os habitats os grãos foram classificados como moderadamente a bem selecionados.

Tabela 18: Valores de tamanho médio do grão, selecionamento, % Areia, % Silte e % Argila da ilha de Algodual – PA nos períodos chuvoso e seco.

	Ilha de Algodual							
	Período Chuvoso				Período Seco			
	BM	MG	AL	AR	BM	MG	AL	AR
Média	5,77	5,23	2,49	2,52	5,69	5,39	2,64	2,53
Seleção	1,66	1,42	0,60	0,51	1,69	1,44	0,54	0,41
% Areia	10,42	7,83	99,38	99,97	9,24	6,02	99,1	99,92
% Silte	35,95	61,2	0,07	0,03	39,15	55,11	0,48	0,08
% Argila	53,63	30,97	0,55	0	51,61	38,88	1,38	0

BM: Borda do Mangue; MG: Mangue; AL: Arenolamoso; AR: Arenoso

Tabela 19: Valores de tamanho médio do grão, selecionamento, % Areia, % Silte e % Argila da península de Ajuruteua – PA nos períodos chuvoso e seco.

Península de Ajuruteua								
	Período Chuvoso				Período Seco			
	BM	MG	AL	AR	BM	MG	AL	AR
Média	3,92	4,31	3,05	2,56	3,41	3,74	2,84	2,51
Seleção	1,27	1,96	0,86	0,57	0,68	1,25	0,623	0,37
% Areia	45,81	59,82	88,16	99,81	92,14	59,98	99,07	99,97
% Silte	41,72	5,99	6,25	0,04	6,75	29,17	0,38	0,028
% Argila	12,48	34,18	5,58	0	1,11	10,85	0,54	0

BM: Borda do Mangue; MG: Mangue; AL: Areno-Lamoso; AR: Arenoso

A umidade do sedimento não variou entre habitats, no entanto, diferiu significativamente entre períodos de coleta nas duas localidades. Amostras correspondentes ao mês de junho (período chuvoso) foram significativamente mais úmidas em ambos os locais. A interação destes dois fatores apenas foi significativa na península de Ajuruteua, onde os dois períodos apresentaram umidade semelhante em habitat arenoso (Tabela 20; Figura 30).

Tabela 20: Resultados de Análise de Variância para os parâmetros ambientais de umidade do sedimento utilizando os fatores período e habitat na ilha de Algodoal e península de Ajuruteua (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	Período			Habitat			Período*Habitat		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Ilha de Algodoal	13,68	1	0,00**	1,35	3	0,27	0,71	3	0,55
Península de Ajuruteua	25,04	1	0,00**	0,52	3	0,67	4,06	3	0,01**

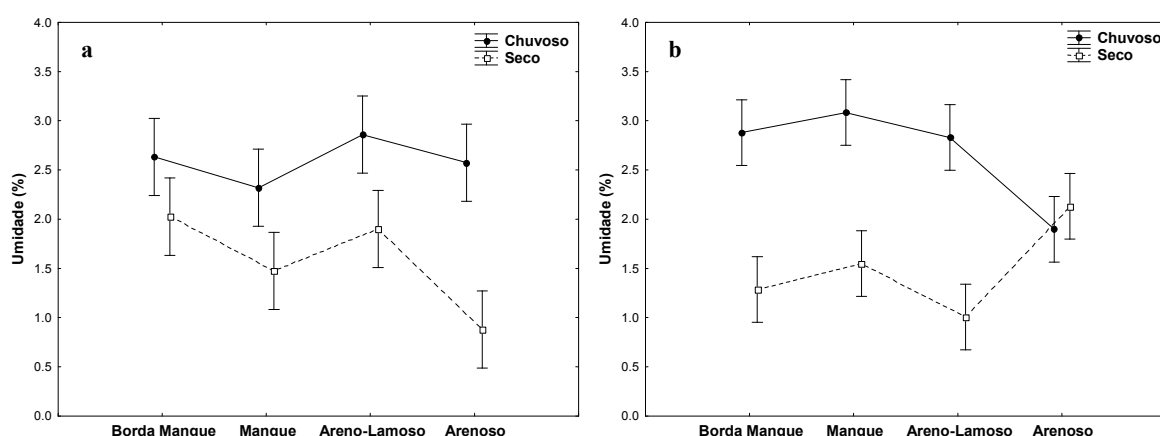


Figura 30: Valores médios de umidade na (a) ilha de Algodoal e (b) península de Ajuruteua, utilizando os fatores habitat e períodos de amostragem. As barras verticais representam o erro padrão.

O teor de matéria orgânica no sedimento foi, de forma geral, mais elevado no período chuvoso, exceção feita ao hábitat arenoso. O teor orgânico do sedimento foi significativamente diferente apenas entre hábitats. Os valores de matéria orgânica na ilha de Algodual variam de 0,44% no hábitat arenoso a 0,93% no mangue, durante o período seco, e 0,51% no arenoso e 0,82% na borda do mangue, durante o período chuvoso. Na península de Ajuruteua o máximo observado foi de 0,88% na borda do mangue e mínimo de 0,64% na área arenosa, durante o período chuvoso. Durante o período seco, o máximo observado foi de 0,83% no mangue e mínimo de 0,44% no hábitat arenoso (Tabela 21; Figura 31).

Tabela 21: Resultados de Análise de Variância para os parâmetros ambientais Matéria Orgânica, Clorofila *a* e Feopigmentos utilizando os fatores período e hábitat. (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	M.O.			Clorofila <i>a</i>			Feopigmentos		
	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Período (a)	1,23	1	0,27	9,23	1	0,01**	0,14	1	0,71
Hábitat (a)	28,89	3	0,00**	59,02	3	0,00*	56,68	3	0,00**
Período*Hábitat (a)	1,58	3	0,21	12,29	3	0,00**	5,18	3	0,00**
Período (b)	5,9	1	0,02*	0,01	1	0,94	0,03	1	0,87
Hábitat (b)	16,26	3	0,00**	7,83	3	0,00**	89,9	3	0,00**
Período*Hábitat (b)	1,88	3	0,15	2,69	3	0,06	3,57	3	0,02*

(a) Ilha de Algodual; (b) Península de Ajuruteua

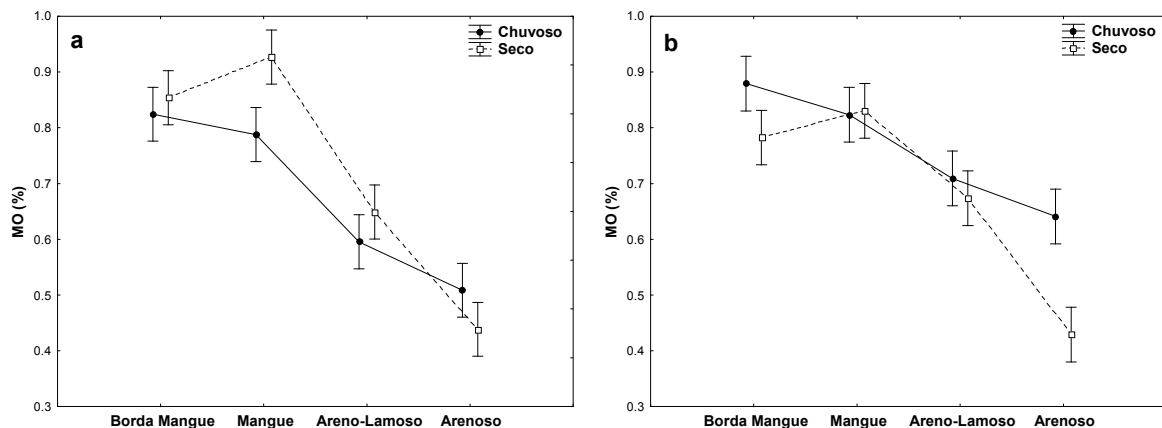


Figura 31: Teor de matéria orgânica no sedimento entre diferentes hábitats e períodos na (a) ilha de Algodual e (b) península de Ajuruteua. As barras verticais representam o erro padrão.

As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos seguiram padrões semelhantes ao longo dos hábitats em todos os locais amostrados. Na ilha de Algodual, as maiores

concentrações de clorofila *a* ocorreram na borda do mangue com valores de 54,05  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no período seco, e mínimos de 0,81  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no hábitat arenoso, no mesmo período. As concentrações máximas de feopigmentos ocorreram também na Borda do Mangue com valores de 49,78  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no período seco, e mínimo de 1,05  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  em hábitat arenoso no período chuvoso.

Na península de Ajuruteua as concentrações máximas e mínimas de feopigmentos e clorofila foram registradas nos hábitats borda do mangue e arenoso, respectivamente. A concentração máxima de clorofila *a* foi de 20,87  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no hábitat areno-lamoso no período chuvoso e mínima de 5,81  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no arenoso em ambos os períodos. A concentração de feopigmentos apresentou valores máximos de 50,11  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no hábitat borda da mangue e mínimos de 1,16  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  no arenoso, ambos no período chuvoso. As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos não variaram significativamente entre os períodos, no entanto foram significativamente diferentes entre hábitats tanto na ilha de Algodoal quanto na península de Ajuruteua (Tabela 21; Figura 32).

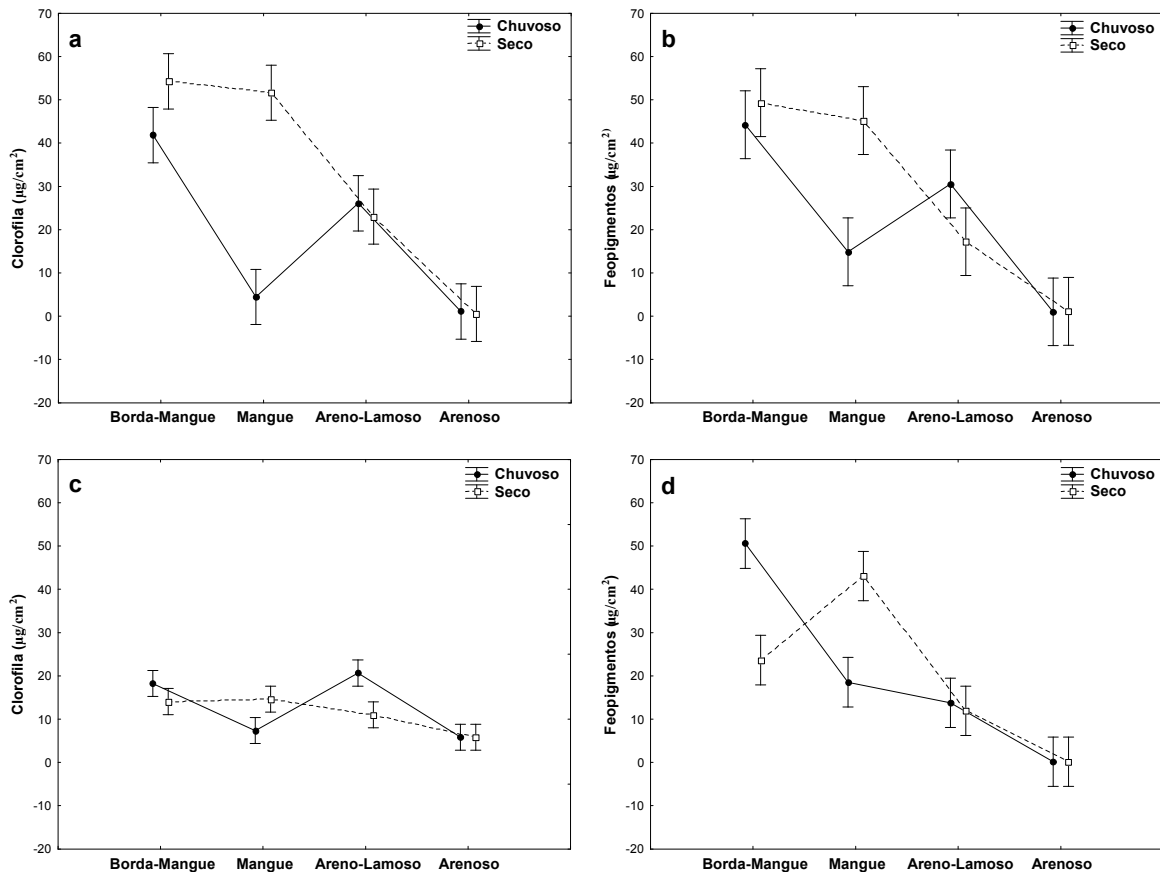


Figura 32: Variação média das concentrações de Clorofila *a* e Feopigmentos presentes no sedimento por habitats na (a-b) ilha de Algodual e em (c-d) península de Ajuruteua. As barras verticais representam Desvio Padrão ( $\pm 1.96$ ).

#### 4.4 Estrutura das Associações Macrobentônicas

Tendo em vista que, segundo os resultados obtidos nos testes metodológicos, a estrutura da macrofauna bentônica não diferiu significativamente quando processadas em malhas de 0,3 e 0,25 mm e entre amostras com profundidades de 0-10 cm e 0-20 cm de sedimento, optou-se por realizar as análises de estrutura das associações macrobentônicas considerando amostras de 10 cm de profundidade e processadas em peneira de 0,3 mm de abertura de malha. A escolha destes dois métodos de amostragem se deu devido apresentaram a melhor relação custo-benefício, preservando o compromisso na amostragem satisfatória dos quatro tipos de habitats e atenuação do esforço de processamento.

A macrofauna bentônica apresentou-se de forma distinta entre períodos na ilha de Algodual. No período chuvoso, os valores de diversidade e equitatividade foram



significativamente superiores aos do período seco (Tabela 22). Na península de Ajuruteua as variações nestes descritores foram mais sutis, as diferenças significativas não foram observadas entre períodos, apenas entre habitats (Tabela 23).

Na ilha de Algodual, a riqueza apresentou diferença significativa entre habitats e períodos de amostragem, sendo os valores do período chuvoso significativamente superior aos do seco. Os maiores valores de riqueza foram sempre observados nos habitats lamosos. De forma similar à riqueza, a densidade foi significativamente diferente entre habitats e períodos, com valores superiores durante a estação chuvosa. No geral, os habitats lamosos apresentaram maior densidade, no entanto, no mês dezembro o habitat arenoso apresentou valores equivalentes aos demais (Tabela 22; Figura 33).

As diferenças de diversidade foram altamente significativas na ilha de Algodual entre habitats e períodos, sendo os maiores valores observados no habitat areno-lamoso no mês de junho. A equitatividade não apresentou diferença significativa entre os habitats, no entanto foi significativamente diferente entre períodos de coleta, onde os maiores valores foram observados no período chuvoso. O habitat areno-lamoso teve o maior e menor valor de diversidade e equitatividade, nos meses de junho e dezembro, respectivamente (Tabela 22; Figura 33).

Tabela 22: Resultados de Análise de Variância para os descritores riqueza (S), densidade (N), diversidade (H') e equitatividade (J') da macrofauna bentônica na ilha de Algodual – PA entre habitats e períodos de coleta (\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ).

	S			N			H'			J'		
	F	gl	p	F	gl	p	F	gl	p	F	gl	p
Habitat	3,9	3	0,01*	6,1	3	0,00**	13,1	3	0,00**	1,01	3	0,40
Período	250,9	1	0,00**	252,2	1	0,00**	248,6	1	0,00**	68,11	1	0,01*
Habitat*Período	3,7	3	0,02*	4,6	3	0,01*	15,8	3	0,00**	2,46	3	0,07

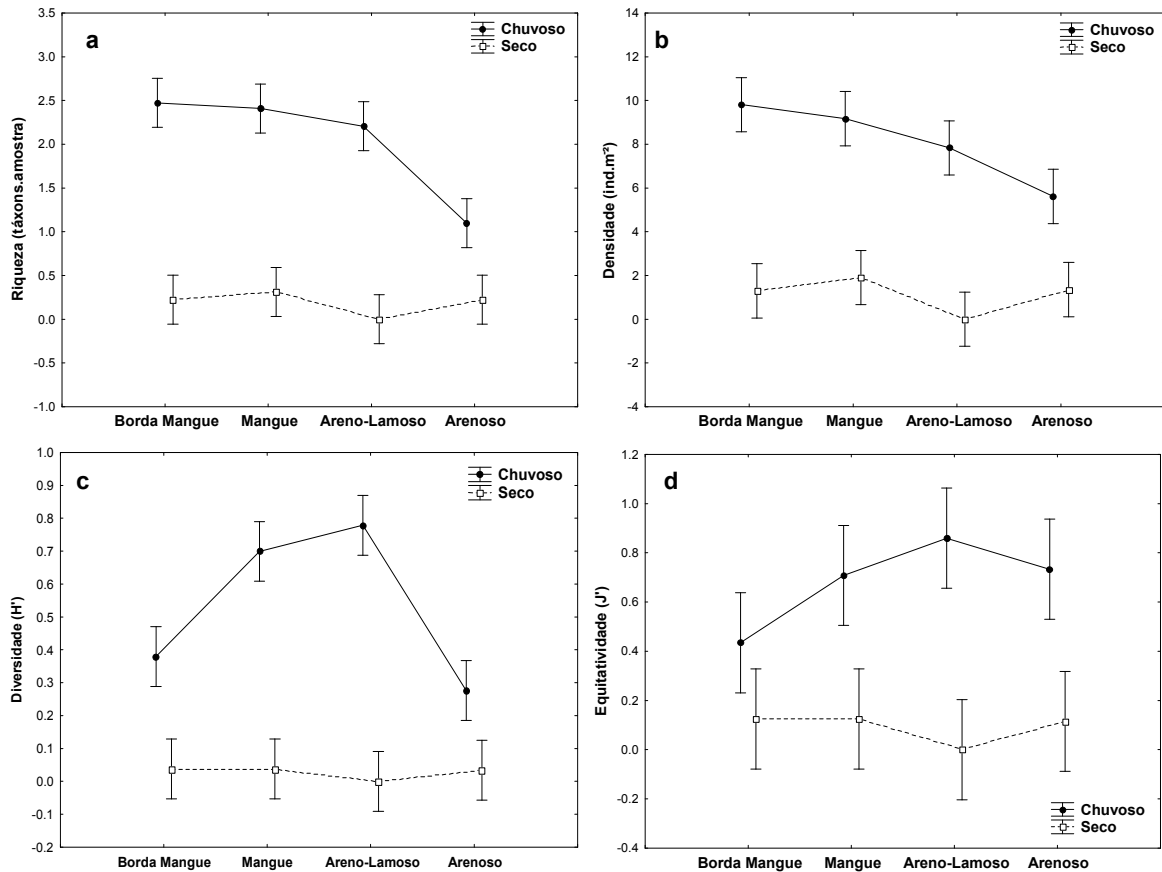


Figura 33: Riqueza - S (a), densidade - N (b), diversidade - H (c) e equitatividade - J (d) da macrofauna bentônica da ilha de Algodão - PA entre diferentes habitats e períodos de amostragem.

Na península de Ajuruteua, riqueza, densidade e diversidade apresentaram diferenças significativas entre habitats, no entanto não diferiram entre períodos. Riqueza e densidade apresentaram padrões muito similares entre habitats ao longo dos locais e ocasiões, sendo os habitats lamosos os que apresentaram maiores valores. A diversidade entre habitats, assim como riqueza e densidade, apresentou valores muito semelhantes entre períodos, com exceção dos habitats areno-lamoso e arenoso, que teve grande variação entre períodos. A equitatividade não variou significativamente entre períodos de coleta e habitats (Tabela 23; Figura 34).

Tabela 23: Resultados de Análise de Variância para os descritores riqueza (S), densidade (N), diversidade (H') e equitatividade (J') da macrofauna bentônica da península de Ajuruteua -PA entre habitats e períodos de coleta (\* p≤0,05; \*\* p≤0,01).

	S			N			H'			J'		
	F	gl	p	F	gl	p	F	gl	p	F	gl	p
Habitat	10,23	3	0,00**	13,89	3	0,00**	4,59	3	0,00**	1,81	3	0,16
Período	0,03	1	0,86	1,27	1	0,26	0,02	1	0,89	0,50	1	0,48
Habitat*Período	2,75	3	0,05*	1,94	3	0,13	2,35	3	0,08	0,93	3	0,43

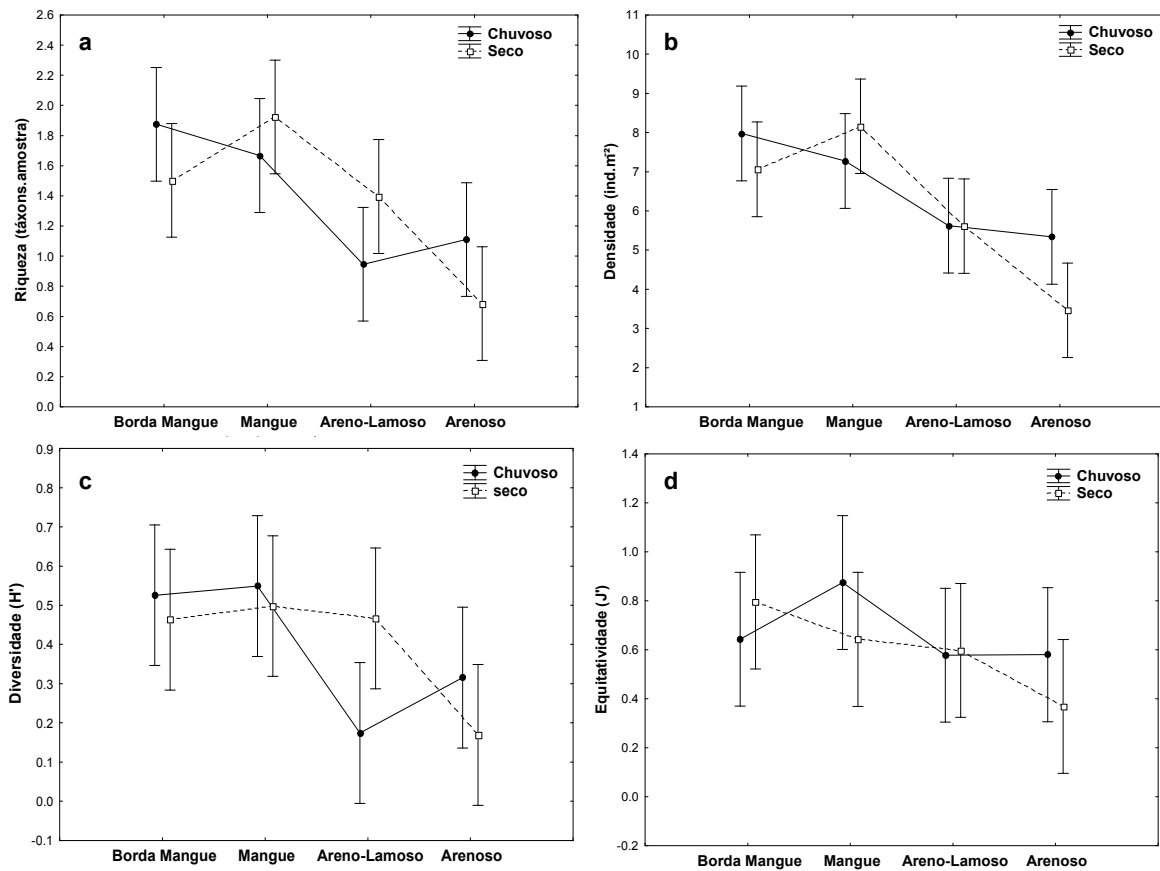


Figura 34: Riqueza - S (a), densidade - N (b), diversidade – H' (c) e equitatividade – J' (d) da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua - PA, entre diferentes habitats e períodos de amostragem.

Na ilha de Algodal, observou-se a formação de quatro grupos de amostras, sendo três deles compostos unicamente pelas amostras do período chuvoso (junho) (grupos a, b e c) e o quarto por todas as amostras do período seco (d). O grupo **a** foi composto pelas amostras da borda do mangue e mangue; o **b** reuniu as amostras do habitat areno-lamoso e o **c** do arenoso. As amostras de dezembro reuniram-se no grupo **d** (Figura 35).

A rotina SIMPER identificou como principais responsáveis pela formação dos grupos os Bivalve, Tubificidae e *Capitella* sp no **a**, *Nephtys simoni* e *Laeonereis acuta* no **b**, *Nephtys simoni* e Euphausiacea no **c** e Bivalvia no grupo **d**.

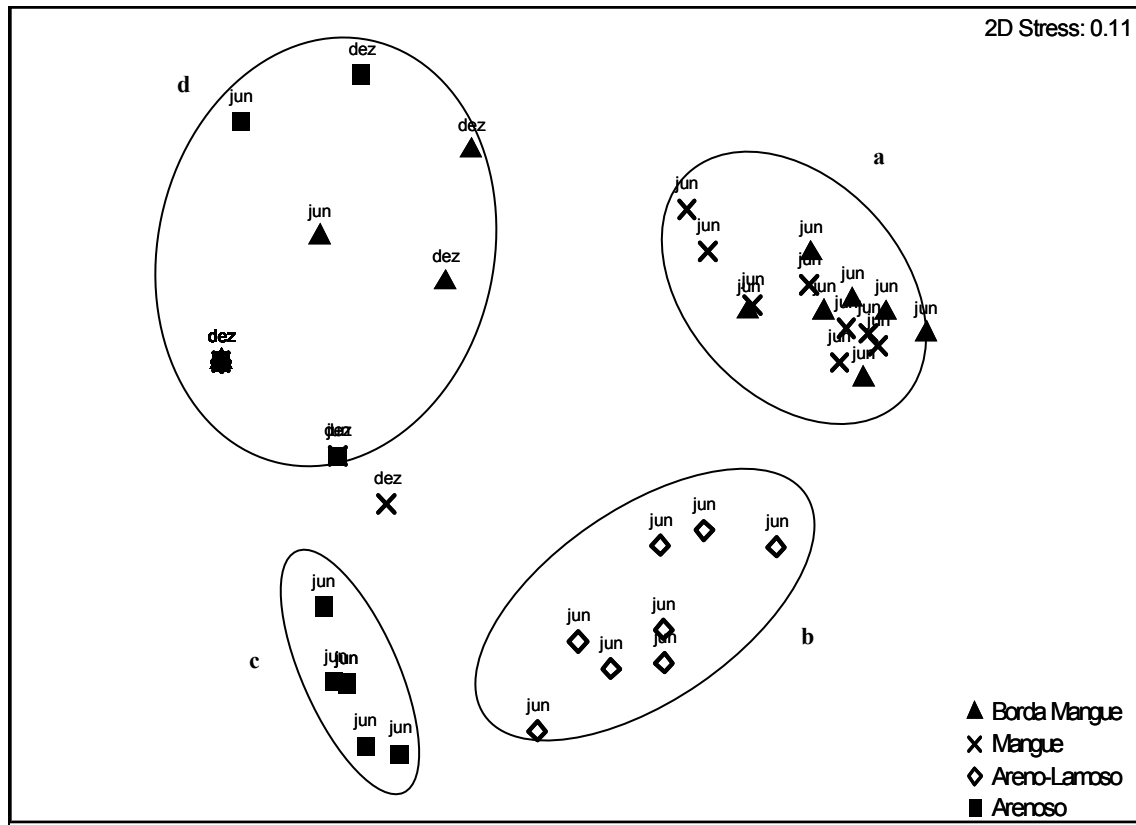


Figura 35: Resultados de análise de ordenação (MDS) na ilha de Algodual – PA, entre habitats e períodos de amostragem, utilizando a distância de Bray-Curtis.

Na ilha de Algodual, a estrutura das associações foi significativamente distinta entre períodos (R Global: 0,824; p: 0,1% e n° de permutações: 999) e habitats (R Global: 0,33; p:0,1%). Nos habitats borda do mangue e mangue as associações não foram significativamente dissimilares. Por sua vez, os habitats areno-lamoso e arenoso possuem associações significativamente distintas, ainda que o baixo valor de R indique a existência de elevada similaridade entre eles (Tabela 24).

Tabela 24: Resultados de análise de similaridade, ANOSIM, com valores de R e p resultantes da comparação entre habitats na ilha de Algodal – PA (\* p≤0,05; \*\* p≤0,01).

<i>Habitats</i>	Borda Mangue		Mangue		Areno-Lamoso	
	<i>R</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>
Borda Mangue	-	-	-	-	-	-
Mangue	0.109	2.1	-	-	-	-
Areno-Lamoso	0.381	0.1**	0.434	0.1**	-	-
Arenoso	0.437	0.1**	0.495	0.1**	0.276	0.2*

As variáveis ambientais que melhor explicam a configuração das amostras biológicas na ilha de Algodal foram umidade e feopigmentos ( $r_s = 0.204$ ).

Tabela 25: Resumo dos resultados obtidos por análise de BIOENV na ilha de Algodal - PA, correspondente às amostragens de junho e dezembro. ( $r_s$ ) Coeficiente de Spearman.

Número de Variáveis	$r_s$	Combinações
1	0.131	Umidade
2	0.204	Umidade.; Feopigmentos
3	0.086	Umidade; Feopigmentos; Seleção
4	0.073	Umidade; Feopigmentos; Seleção; Silte
5	0.061	Umidade; Feopigmentos; Seleção; Silte; Argila

Ao observarmos as análises de agrupamento e ordenação resultantes de amostras da península de Ajuruteua, notamos a existência de grupos formados apenas por habitats, não se diferenciando entre os períodos de amostragem. Dois grandes grupos foram identificados, sendo o maior (**a**) composto principalmente pelas amostras da borda do mangue e do mangue, e algumas do habitat areno-lamoso; o segundo grupo (**b**) reuniu a maioria das amostras dos habitats arenoso e areno-lamoso (Figura 36).

Os táxons mais importantes para a formação dos grupos foram *Notomastus lobatus*, Tubificidae, *Mediomastus* sp, *Capitella* sp. e Enchytraeidae, no primeiro grupo; e, Tubificidade, Euphausiacea e Bivalvia no segundo.

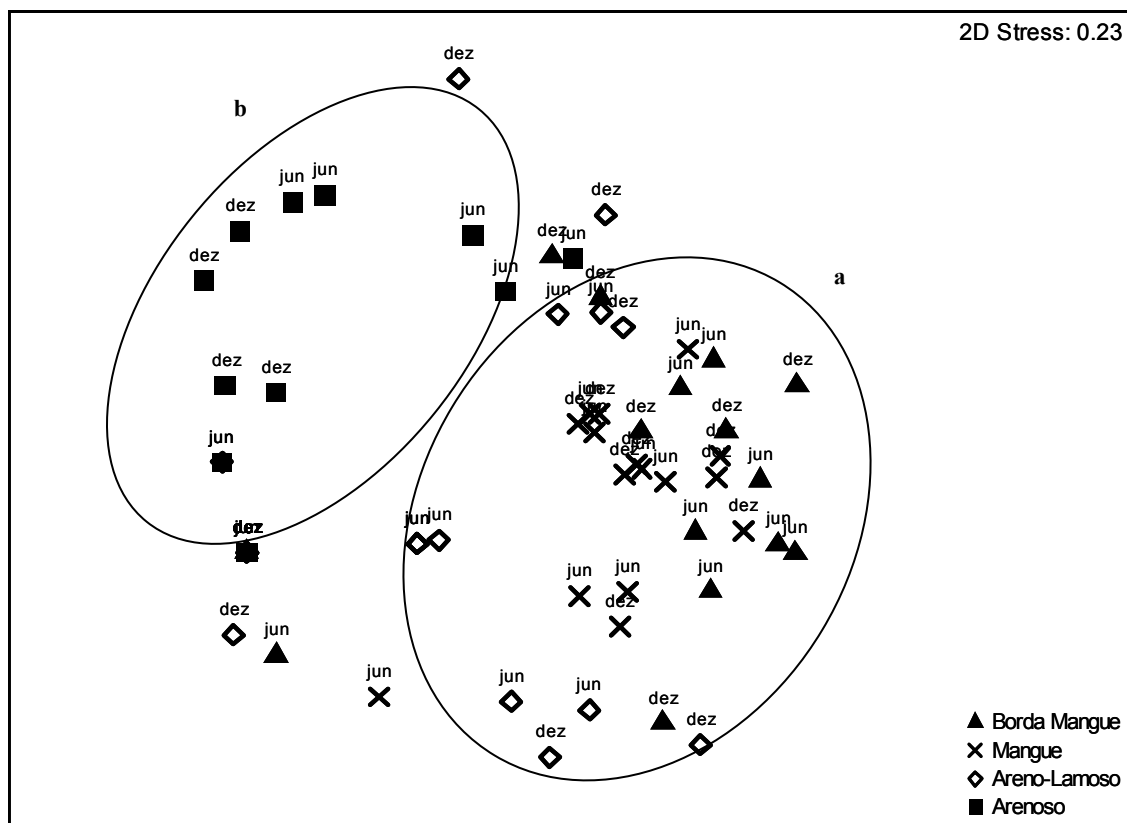


Figura 36: Resultados de análise de ordenação (MDS) para amostras da península de Ajuruteua por hábitat e período de amostragem, utilizando a distância de Bray-Curtis.

Na península de Ajuruteua as associações foram significativamente distintas entre habitats (R Global: 0,346; p:0,1% e nº de permutações: 999), mas não entre períodos (R Global: 0,09 e p: 3,1%). Apenas os habitats borda do mangue e areno-lamoso não apresentaram diferenças significativas quanto à estrutura das associações; no entanto, os pares borda do mangue/mangue e areno-lamoso/arenoso apresentaram baixos valores de R, indicando elevada semelhança entre eles (Tabela 26).

Tabela 26: Resultados de análise de similaridade, ANOSIM, com valores de R e p resultantes da comparação entre habitats na península de Ajuruteua (\* p≤0,05; \*\* p≤0,01).

<i>Habitats</i>	Borda Mangue		Mangue		Areno-Lamoso	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Borda-Mangue	-	-	-	-	-	-
Mangue	0.247	0.1**	-	-	-	-
Areno-Lamoso	0.043	22.2	0.374	0.1**	-	-
Arenoso	0.452	0.1**	0.764	0.1**	0.252	0.6*

Na península de Ajuruteua, as variáveis ambientais que melhor se correlacionaram com a estrutura das amostras biológicas foram feopigmentos e argila ( $r_s = 0,811$ ) (Tabela 26).

Tabela 27: Resumo dos resultados obtidos por análise de BIOENV na península de Ajuruteua - PA, correspondente às amostragens de junho e dezembro. ( $r_s$ ) Coeficiente de Spearman.

<b>Número de Variáveis</b>	$r_s$	<b>Combinações</b>
1	0.645	Feopigmentos
2	0.811	Feopigmentos; Argila
3	0.825	M.O. ; Feopigmentos; Argila
4	0.826	M.O. ; Feopigmentos; Seleção; Argila
5	0.831	Umidade; M.O.; Clorofila; Feopigmentos; Argila

## 5. DISCUSSÃO

---

Foram registrados no presente estudo um total de 4.664 organismos, pertencentes a 68 táxons. Na ilha de Algodual foram registrados 57 táxons e na península de Ajuruteua, 45. O número total de táxons encontrados neste trabalho foi inferior aos obtidos por diversos autores em outras áreas estuarinas, como Dittman (1995) que reportou a ocorrência de 227 táxons em estuários situados na Austrália; Maurer & Vargas (1984) com 205 espécies na Costa Rica; e Lu (2005) com 105 espécies em Singapura.

Embora o gradiente longitudinal de diversidade preveja elevado número de espécies na área estudada devido à baixa latitude, o estresse físico a que os ambientes tropicais são submetidos pode ser maior do que em zonas temperadas, levando à redução da riqueza observada no presente estudo. A falta de estabilidade climática dos ambientes entre-maré de regiões tropicais são uma das principais razões para esta menor diversidade, pois resulta em grande variação de temperatura e salinidade do sedimento, decorrente da grande variação das taxas de precipitação e evaporação (períodos seco e chuvoso) nesta região (Alongi, 1989; Alongi, 1990; Aller, 1995; Dexter, 1992).

No entanto, os valores de riqueza registrados neste trabalho, 57 táxons na ilha de Algodual e 45 na península de Ajuruteua, foram similares, e na maioria das vezes superiores, aos encontrados em outros estudos realizados na costa nordeste paraense. Acheapong (2001), Figueira (2002), Sampaio (2004), Rosa-Filho *et al.* (2005) e Fernandes (2006) encontraram, respectivamente, 27, 36, 39, 17 e 70 táxons na região bragantina, enquanto Silva (2004) registrou 32 táxons no estuário do rio Curuçá - PA. Estas diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores, entre eles a maior quantidade de habitats amostrados, maior no presente estudo, e o tamanho de malha utilizada no processamento das amostras, menor no presente estudo.

A fauna foi dominada por um baixo número de táxons, com dominância de Tubificidae e Capitellidae (*Notomastus lobatus* e *Mediomastus* sp), que juntos compuseram mais de 50% do total de organismos na maioria dos locais e ocasiões de coleta. Estas espécies foram também frequentes e abundantes em outras áreas estuarinas na costa norte do Brasil (Silva *et al.*, 1997; Acheapong, 2001; Silva *et al.*, 2003; Rosa Filho *et al.*, 2005; Figueira, 2002; Sampaio, 2004; Silva, 2006; Almeida, 2008; Silva, 2008; Braga *et al.*, 2009).



Altas densidades e baixa diversidade das assembléias, como observado no presente estudo, são usualmente associadas à ambientes sob estresse natural ou antrópico (Pearson & Rosenberg, 1978). Na zona costeira amazônica as comunidades bentônicas são significativamente impactadas pela ação de distúrbios físicos naturais de baixa frequência e alta intensidade. Como resultado destas bruscas flutuações nas condições ambientais, a fauna bentônica possui reduzido número de espécies, menor diversidade, indivíduos de menor tamanho, dominância de espécies oportunistas, e reduzido número de indivíduos sexualmente maduros (Hanson *et al.*, 1981; Rhoads & Boyer, 1982; Thayer, 1983; Rhoads *et al.*, 1985; Yingst & Rhoads, 1985; Aller & Aller, 1986; Alongi, 1989; Aller *et al.*, 1991).

A elevada dominância de Annelida nas áreas estudadas é também registrada em estudos realizados em outros ambientes, sejam eles tropicais ou temperados (Alongi & Christoffersen, 1992; Dittmann, 2000; Rossi *et al.*, 2001; Rosa-Filho *et al.*, 2005). Esta dominância deve-se a uma série de características do grupo, como: tolerância a bruscas variações de salinidade; capacidade de sobreviver em ambientes pobres em oxigênio, como tipicamente ocorre em substratos lamosos estuarinos (Pearson & Rosenberg, 1978; Dittmann, 1995, 2000); e corpo vermiforme que favorece o enterramento em substratos moles (Giangrande *et al.*, 2005).

De modo geral, a distribuição dos poliquetas quanto ao hábito alimentar, com dominância de comedores de depósito de superfície e sub-superfície, assemelhou-se ao descrito por Ruta (1999) e Paiva (1993), no sudeste do Brasil, e Silva (2006) e Silva (2008), no estuário Guajará (PA) e do rio Caeté (PA). A elevada ocorrência destes anelídeos está relacionada ao tipo de substrato encontrado nos ambientes estuarinos colonizados por manguezal, onde predominam sedimentos finos ricos em silte e argila, geralmente associados à elevada oferta de alimento, representado pela matéria orgânica (Manino & Montagna, 1997).

O efeito da disponibilidade alimentar sobre a dinâmica de bentos comedor de depósito está relacionado à quantidade e à qualidade de alimento disponível (Phillips, 1984; Grémare *et al.*, 1988; Schlacher & Woodridge, 1996), pois estes organismos reagem rapidamente às mudanças em disponibilidade alimentar, tanto em termos de crescimento (Marsh *et al.*, 1989) quanto em produção reprodutiva (Grémare *et al.*, 1988, 1989).

Os Tubificidae foram dominantes nos habitats lamosos em praticamente todos os locais e ocasiões de amostragem, sobretudo na península de Ajuruteua. Os membros desta família são em maioria comedores de depósito não seletivos, ingerem seletivamente porções de silte e argila e digerem as partículas associadas, primariamente fitobentos e bactérias (Davis, 1974). O que nos leva a considerar que domínio desta família está associado à reconhecida grande oferta de detritos orgânicos destes ambientes (Dittmar & Lara, 2001).

Os Capitellidae são poliquetas encontrados em muitos tipos de sedimentos entre-marés, freqüentemente em altas abundâncias. São, em sua maioria, escavadores e geralmente considerados consumidores não-seletivos de depósito (Blake, 2000). Muitas espécies de Capitellidae são consideradas oportunistas e foram recomendadas, no passado, como organismos indicadores de perturbações ambientais como poluição (Reish, 1957, 1979; Grassle & Grassle, 1974, 1976). Pearson & Rosenberg (1978) assim como Warren (1991) pontuaram, no entanto, que elevadas abundâncias de espécies oportunistas podem refletir alto enriquecimento orgânico, independente da sua causa.

Por sua vez, os membros da família Nereididae, terceiro grupo mais freqüente considerando a macrofauna total, são considerados poliquetas sedentários, com hábito alimentar herbívoro ou detritívoro, geralmente encontrados em regiões estuarinas ao longo da costa atlântica da América, onde apresentam elevada abundância em manguezais e planos de lama (Lana, 1986a; Lana *et al.*, 1997; Omena & Amaral, 2000), preferência esta que explica a maior densidade desta família em habitat vegetado de mangue no presente estudo.

A espécie *Nephtys simoni* teve também alta densidade, principalmente na ilha de Algodoal no mês de junho. Apesar da presença desta espécie estar normalmente associada à ambientes salinos (Lana, 1986b), sua densidade no presente estudo ocorreu durante o período chuvoso. Espécies do gênero *Nephtys* apresentam hábito alimentar carnívoro-/detritívoro e, segundo Bemvenuti (1994), são espécies comedora de detrito e predadoras ativas da macro e meiofauna.

O filo Mollusca, sobretudo os bivalves, foram um dos táxons mais abundantes na ilha de Algodoal durante o período seco. Os táxons encontrados neste estudo, em sua maioria, são caracterizados por habitar águas costeiras e estuarinas em ambientes com características arenosos a areno-lamosos de zonas entre-marés (Souza, 2002), e apresentam

ampla tolerância às variações bruscas de salinidade (Beesley *et al.*, 2000; Faulchald & Jumars, 1979).

A escolha da abertura de malha em amostragens de organismos bentônicos costeiros é de crítica importância por duas razões inter relacionadas: (1) a divisão entre macro e meiofauna é convencionalmente feita pelo tamanho de abertura de malha pela qual os animais são retidos sobre/ou passam através (Eleftheriou & Holme, 1984); (2) finas aberturas de malha podem geralmente prover mais precisão em estimativas de densidade de organismos do que aberturas amplas, mas, freqüentemente, aumenta significativamente o custo em processamento das amostras, o que impõe limite para o tamanho total de amostras (McIntyre *et al.*, 1984).

Estudos comparativos sobre a eficiência de coleta da fauna bentônica indicam que estimativas de populações são fortemente influenciadas pela abertura de malha, devido principalmente à perda de indivíduos juvenis e de espécies de pequenas dimensões (Hartley, 1982; Bachelet, 1990).

Os resultados obtidos na ilha de Algodal e península de Ajuruteua corroboram estas observações, visto que o número de espécies e indivíduos coletados foi, geralmente, significativamente maior ao utilizar as malhas com menores aberturas. O efeito do tamanho de malha foi particularmente evidente ao comparar a eficiência de captura dos grupos com menores dimensões, como os Tubificidae e Capitellidae.

Foi observado que significativamente menos densidade e riqueza foram encontradas quando as amostras são processadas com malhas 1,0 e 0,5 mm de abertura, mostrando que o uso destas peneiras não deve ser uma tendência geral em estudos de estrutura da comunidade macrobentônicas em estuário localizados na costa norte paraense, haja vista nestes ambientes a macrofauna ser composta predominantemente por organismos com dimensões menores que 0,5 mm.

Fernandes (2006), ao comparar os resultados de seu estudo sobre a macrofauna bentônica de manguezais na península de Ajuruteua com os de Figueira (2002) observou que, ainda que os métodos, locais e períodos de coleta tivessem sido os mesmos, as densidades registradas pelo segundo autor eram, algumas vezes, dez vezes menores, atribuindo esta ocorrência ao uso de malhas com diferentes aberturas; dado que Fernandes (2006) utilizou malha de 0,3 mm e Figueira (2002) de 0,5 mm.

Alguns autores têm sugerido que, sobre uma base de custo-benefício, pode ser recomendável a coleta de maior número de amostras e uso de peneiras com largas aberturas de malha (Bishop & Hartley, 1986; James *et al.*, 1995). Segundo o observado neste estudo, o tempo utilizado para processar uma amostra através de malha de 0,25 mm foi consideravelmente superior ao tomado para o processamento pelas demais malhas. No entanto, a magnitude desta diferença variou entre habitats amostrados. Em mangue e borda do mangue este aumento no tempo deu-se principalmente devido à grande quantidade de sedimentos finos retidos na malha, enquanto que em habitats arenosos e areno-lamosos o constante entupimento da malha por grãos de areia foi o responsável pelo aumento de tempo no processamento das amostras.

Schlacher & Wooldridge (1996) recomendaram o uso de malha de 0,25 mm para atingir uma precisa estimativa da fauna bentônica, pois em seu estudo, 92% dos indivíduos retidos por peneira de 0,25 mm passaram através de uma peneira de 1,0 mm. Igualmente, Mason *et al.* (1975) ao comparar associações de macroinvertebrados em substratos de lamosos capturados em malhas de 0,595 e 0,420 mm, encontrou que malhas grosseiras retêm 70 % menos indivíduos.

No presente estudo, o uso de diferentes malhas resultou, além de diferentes estimativas de densidade, também distintas estimativas de riqueza. O que discorda de vários autores (Nalepa & Robertson, 1981; Tanaka & Leite, 1998; Morin *et al.*, 2004; Battle *et al.*, 2007), que têm mostrado que a principal contribuição do uso de peneiras de 0,5 mm de abertura, ou inferior, está na retenção de mais indivíduos do que espécies, ou seja, o impacto de diferentes malhas é maior na densidade do que na riqueza (Eleftheriou & Holme, 1984; Rees, 1984; Kingston & Riddle, 1989; James *et al.*, 1995; Schlacher & Wooldridge, 1996; Tanaka & Leite, 1998; Gage *et al.*, 2002; Rodrigues *et al.*, 2007).

A necessidade de uma peneira de menor abertura de malha foi incentivada também como um argumento para uma definição mais flexível da divisão entre macro e meiobentos baseada mais na composição taxonômica do que no tamanho (Gage *et al.*, 2002). Mare (1942) cita que o exato limite de separação da micro, meio e macrofauna pode, provavelmente, variar de acordo com o habitat considerado e o método aplicado, podendo os táxons característicos de cada grupo ter tamanhos que se estendem além do maior e menor limite da categoria.

Mesmo quando utilizou-se malha de 0,3 mm, os organismos retidos pertenciam sempre à macrofauna, muito poucos organismos de meiofauna foram retidos, e quando isto aconteceu estes foram sempre Nematoda. Tais resultados levam à necessidade de discussão do estabelecimento de definições mais flexíveis sobre a classificação do bentos quanto à dimensão.

Ao objetivar estudar a macrofauna bentônica em ambientes costeiros amazônicos deve ser utilizado o limite mínimo de dimensões da fauna de 0,3 mm, ao invés do já tradicional 0,5 mm, dado que é sabido que ocorre uma redução das dimensões dos organismos em regiões tropicais, quando comparadas às zonas temperadas e polares (Begon *et al.*, 2006). Diversos autores (Steele & Steele, 1986; Kotwick *et al.*, 2005; Hildrew *et al.*, 2007) têm sugerido que a redução nas dimensões da macrofauna em ambientes tropicais é, freqüentemente, associado à dominância de espécies r-estrategistas de rápido crescimento, e a elevada temperatura, que permite rápida incubação de ovos.

Os resultados obtidos ao analisar a efetividade de captura das distintas famílias de Annelida permitiram observar que se o estudo tiver como objetivo uma população específica, ou um subconjunto da macrofauna, a escolha da abertura de malha pode ser muito mais importante do que para o estudo da assembléia. Desta forma, o benefício de estudo piloto para determinar a abertura de malha apropriada para a investigação de taxa particular ou grupos de taxa são óbvios (Gee & Warwick, 1994).

Os Tubificidae apresentaram grande variação em densidade entre as malhas testadas, tendo seus valores subestimados em todos os locais e ocasiões de amostragem quando utilizada malha de 1,0 mm, principalmente em hábitat lamoso (mangue e borda do mangue), onde as densidades deste grupo foram superiores.

Estes resultados concordam com Mason *et al.* (1975), que observou que assembléias de oligoquetas diferem significativamente entre substratos, de modo que seu processamento através de malhas grosseiras resulta em uma considerável perda em número de indivíduos deste grupo, principalmente em substratos lamosos. Os hábitats arenosos não apresentaram variações significativas entre malhas, provavelmente devido às baixas densidades de organismos nos mesmos e dominância de espécies com tamanho corporal maior e daí melhor adaptadas para a vida em ambientes mais hidrodinâmicos, como os dominados por areia. Entre os Tubificidae, as malhas de 0,3 e 0,25 mm apresentaram maior eficiência de captura em praticamente todos os hábitats.

Os Capitellidae tiveram também menor eficiência de captura em malha de 1,0 mm, porém em menor intensidade do que o observado entre os Tubificidae. Isto se deve provavelmente à alta densidade de *Notomastus lobatus*, que constitui uma espécie de dimensões superiores às demais espécies constituintes da família Capitellidae. Entre os Nereididae, família onde os indivíduos têm dimensões relativamente superiores, as diferenças foram pequenas, e quase nunca significativas, e a interpretação de padrões espaciais foi pouco afetada pelas malhas utilizadas.

Os resultados comprovaram que a malha de 1,0 mm não apresentou resultados satisfatórios em retenção da macrofauna da costa nordeste do Pará, haja vista esta malha subestimar significativamente os valores de densidade e riqueza, principalmente devido às pequenas dimensões dos organismos predominantes da fauna local. A malha de 0,5 mm, apesar de não diferir significativamente das demais, apresentou também considerável perda em número de organismos. Resultados estes que foram mais evidentes em habitats lamosos, onde a fauna tende a ser menor. Assim, os melhores resultados foram obtidos ao utilizar malha de 0,3 e 0,25 mm de abertura, sendo essenciais para melhor amostrar e interpretar as distribuições espaciais da macrofauna bentônica na costa amazônica o uso de peneiras com abertura de malha igual ou inferior a 0,3 mm.

Os valores mais elevados de riqueza e densidade da fauna total e das famílias dominantes foram registrados, em todos os locais e ocasiões de coleta, nos primeiros centímetros de sedimento. Por outro lado, os últimos 10 cm de sedimento tiveram poucos organismos, sendo aproximadamente 1/3 destas amostras desprovidas de macrofauna. Esta tendência de distribuição vertical foi principalmente observada nos habitats lamosos (mangue, borda do mangue e areno-lamoso). Os habitats arenosos não apresentaram distribuição vertical bem definida, não sendo, geralmente, observadas variações significativas de densidade e riqueza entre profundidades.

Em ambientes aquáticos a distribuição dos organismos bentônicos está relacionada às características morfológicas, físicas e químicas do habitat, e principalmente, à disponibilidade de alimento e ao hábito das espécies (Flach & Help, 1996; Merrit & Cummins, 1996). Vários estudos têm sugerido que o controle da estrutura e dinâmica da comunidade macroinfaunal de zonas entre-marés está principalmente relacionada às características dos sedimentos, hidrodinâmica e disponibilidade de alimento (Levinton, 1972; Dittmann, 2000; Rossi *et al.*, 2001; Cividanes *et al.*, 2002; Rodil *et al.*, 2008).

No presente estudo, a importância da disponibilidade de alimento na distribuição da macrofauna foi evidente, dado que em sua maioria as espécies registradas são comedoras de depósito (de superfície e sub-superfície). Daí as mesmas se concentrarem próximo à superfície onde a disponibilidade de alimento é maior, uma vez que Rae (1997) e Ruddy (1997) observaram que em áreas estuarinas entre-marés a concentração de matéria orgânica tende a diminuir gradualmente nos primeiros 10 cm e apresenta queda brusca a partir desta profundidade.

A mesma tendência foi identificada por Rodriguez *et al.* (2007) em ambientes estuarinos entre-marés em Portugal, que observaram que a macrofauna bentônica encontrase concentrada, sobretudo, nos primeiros 5 cm do sedimento. Também Filgueira *et al.* (2007) registrou que 44% dos poliquetas identificados em suas análises foram encontrados nos 2 primeiros centímetros do sedimento, sendo que a grande maioria dos táxons foram concentrados dentro dos primeiros 5 cm de sedimento (64% do total de organismos), exceto oligoquetas, que não apresentaram diferença significativa de densidade entre as distintas profundidades.

Além da disponibilidade de alimento, diversos trabalhos têm discutido os fatores responsáveis pela distribuição vertical da macrofauna no sedimento, considerando a concentração de oxigênio no sedimento e a posição da camada de Potencial Redox como um dos mais importantes, devido à dependência dos animais ao oxigênio dissolvido para a sua respiração (Rosenberg *et al.*, 2003; Quiroga *et al.*, 2005; Rodil *et al.*, 2008). Em sedimentos lamosos entre-marés, a zona de descontinuidade do potencial redox é observada próximo aos 10 cm de profundidade (Quiroga *et al.*, 2005) o que explicaria essa tendência de distribuição vertical observada para esses organismos na ilha de Algodoal península de Ajuruteua.

Os resultados deste estudo têm implicações para larga escala de estudos descritivos, detecção de impactos ambientais e programas de monitoramento envolvendo macrofauna. Grandes quantidades de estudos da macrofauna requerem o processamento de muitas amostras, que podem consumir muito tempo e, portanto, custo. No entanto, quando consideramos os estuários amazônicos, sobretudo do nordeste do Estado do Pará, o presente estudo mostrou que para a caracterização da estrutura da comunidade macrofaunal baseada em riqueza e densidade destes organismos, a tomada de amostras somente até a profundidade de 10 cm de sedimento mostrou-se suficiente.

As variáveis ambientais apresentaram grande oscilação espacial ao longo dos locais e períodos estudados. Umidade, teor de matéria orgânica, percentagem de areia, silte e argila, e concentrações de clorofila *a* e feopigmentos, variaram consideravelmente entre os períodos, locais e, principalmente, entre os habitats amostrados e influenciaram direta ou indiretamente a comunidade macrofaunal local.

A precipitação pluviométrica foi bem demarcada ao longo do ano, com estações de chuva e seca bem definidas. Os meses de coleta, junho e dezembro, foram representativos do período chuvoso e seco, respectivamente, o que concorda com o padrão estabelecido por Moraes *et al.* (2005) para as variações temporais de precipitação no Estado do Pará.

As variações temporais nos valores de umidade do sedimento foram significativas nos dois locais de amostragem, sendo que o mês de junho, correspondente ao período chuvoso, apresentou valores consideravelmente superiores ao mês de dezembro, período seco, em todos os habitats. Na península de Ajuruteua, essa diferença entre períodos foi menos acentuada no habitat arenoso.

A textura do sedimento, representada pelo tamanho médio do grão e selecionamento, não variou significativamente entre os dois períodos de amostragem. O que contradiz o observado por outros autores (Oliveira & Mochel, 1999; Silva *et al.*, 2009; Corrêa, 2005; Silva, 2008) em estuários amazônicos, que encontraram variações granulométricas bem definida entre os períodos climáticos. O sedimento foi composto predominantemente por areia fina em habitats arenosos e areno-lamosos, e em mangue e borda do mangue as frações granulométricas variaram de areia muito fina a silte médio; tendência esta que foi observada tanto na ilha de Algodoal quanto na península de Ajuruteua.

As concentrações de matéria orgânica não variaram significativamente entre períodos, independentemente dos locais amostrados. As variações foram apenas perceptíveis entre os habitats, onde os valores foram inferiores nos locais arenosos e superiores no mangue e borda do mangue. Burone *et al.* (2003) citaram que as maiores concentrações de matéria orgânica acontecem em ambientes ricos em silte e argila. As altas concentrações destes componentes registradas no sedimento podem estar relacionadas às características específicas da área, entre elas, as condições protegidas dos habitats lamosos (mangue e borda do mangue), que favorecem a acumulação de matéria orgânica em



ambientes entre-maré (Cividanes *et al.*, 2002). O hábitat areno-lamoso apresentou valores intermediários em concentração de conteúdo orgânico.

Os altos valores de clorofila *a* e feopigmentos registrados no presente estudo indicam uma elevada produção fitobentônica local (Levinton, 2001), principalmente nos habitats lamosos. As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos não variaram significativamente entre os períodos, apenas entre habitats. Os locais arenosos apresentaram sempre valores inferiores aos demais, provavelmente devido à maior instabilidade deste tipo de sedimento, caracterizados por serem transportados ou erodidos mais facilmente do que grãos mais finos (Sanders, 1958; Rhoads, 1970).

A diversidade na península de Ajuruteua e ilha de Algodual foi sempre baixa, mesmo quando o número de espécies foi mais elevado, o que está relacionado com a elevada dominância de poucas espécies, fato também evidenciado pelos baixos valores de equitatividade.

Foi possível identificar em ambos os locais de estudo a formação de grupos distintos de amostras. Na ilha de Algodual houve uma clara separação entre as amostras do período seco e chuvoso, e dos habitats dentro do período chuvoso. No período seco não foi observada distinção entre habitats, provavelmente devido aos baixos valores de densidade e riqueza observados neste período. Por sua vez, na península de Ajuruteua não houve distinção clara entre as amostras dos diferentes períodos climáticos, mas sim entre habitats arenosos e lamosos.

A distribuição dos macroinvertebrados mostrou-se primordialmente controlada pelas características ambientais, principalmente aquelas relacionadas ao tipo de sedimento e disponibilidade de alimento. Esta afirmação encontra-se suportada na análise de BIOENV, cujo resultado indicou a porcentagem de argila, umidade e feopigmentos como as variáveis ambientais mais correlacionadas com a macrofauna. Segundo diversos autores (Buchanan, 1971; McCall, 1977; Warwick *et al.*, 1991), a compreensão da correlação existente entre as características do sedimento e os animais constitui a chave da ecologia bentônica.

Estes resultados sugerem a existência de uma relação estreita entre macrofauna e disponibilidade alimentar, assim como de uma tendência geral de distribuição da macrofauna bentônica ao longo de um gradiente de enriquecimento orgânico do sedimento (Pearson & Rosenberg, 1978).

Os locais lamosos tiveram sempre mais organismos e espécies que os arenosos. Dexter (1983) registrou que os anelídeos, componente principal da macrofauna na península de Ajuruteua e ilha de Algodal, tendem a dominar regiões protegidas e com substrato composto por sedimentos mais finos. Características contrárias às encontradas em habitats arenosos, onde é mais forte a ação direta das ondas e exposição prolongada à dessecação (Deidun *et al.*, 2003).

O teor de matéria orgânica presente no sedimento é uma das variáveis com maior importância na estruturação especial de comunidades bentônicas, dado que por si só constitui um elemento essencial na alimentação de muitas espécies, principalmente em fundos moles (Burone *et al.*, 2003). Altas concentrações de compostos orgânicos, ainda que em algumas situações possam causar prejuízos à fauna bentônica, em geral estimulam as populações, elevando os valores de riqueza e densidade em locais com grande suprimento de matéria orgânica (Tsutsumi, 1990; Dittmann, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2000).

Também relacionada ao alimento, as concentrações de clorofila *a* e, principalmente, feopigmentos foram muito importantes para o estabelecimento de comunidades macrobentônicas distintas nos diferentes ambientes na península de Ajuruteua e ilha de Algodal. As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos no sedimento são usadas como indicadores de matéria orgânica produzida por microalgas bentônicas (Kelaher & Levinton, 2003), que, por sua vez, vão servir de alimento para de invertebrados bentônicos comedores de depósito, consumidores primários e secundários habitantes de zona entre-maré (MacIntyre & Cullen, 1995; Rodil *et al.*, 2008).

## 6. CONCLUSÕES

---

- A fauna foi constituída por táxons marinhos, estuarinos e dulcículas, com dominância de Annelida em todos os locais e períodos;
- A captura de organismos por diferentes aberturas de malha foi mais eficiente em malhas de 0,25 e 0,3 mm para todos os grupos taxonômicos testados;
- A coleta de amostra de 10 cm de profundidade apresentou a mesma eficiência na descrição das associações macrobentônica daquelas com 20 cm de profundidade, e maior que as de 5cm;
- Em estudos que visem descrever a estrutura das associações macrobentônicas na zona costeira amazônica as amostras podem ser coletadas em profundidade de até 10 cm e peneiradas em malha de 0,3 mm de abertura.
- A estrutura das associações macrobentônicas variou significativamente entre hábitats, e, de uma forma geral densidade e riqueza foram superiores nos hábitats lamosos;
- As variações temporais na estrutura das associações macrobentônicas somente foram significativas na ilha de Algodal, onde os maiores valores de densidade e riqueza foram observados durante o período chuvoso;
- As associações macrobentônicas foram caracterizadas pela baixa riqueza, diversidade e equitatividade, e dominância de poucos táxons;
- A proporção de argila, e as concentrações de água e feopigmentos nos sedimentos foram as variáveis ambientais que melhor explicaram a estrutura das associações macrobentônicas na península de Ajuruteua e ilha de Algodal;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ACHEAMPONG, E. 2001. *Distribution of macrozoobenthos abundance and biomass in intertidal soft sediments of North-east Brazil*. Bremen. International Studies in Aquatic Tropical Ecology. (ISATEC). 69 p. (Dissertação de Mestrado).
- ALLER, J. Y. & ALLER, R. C. 1986. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off the Changjiang River, East China Sea. *Continental Shelf Research*, 6: 291-310.
- ALLER, R. C.; ALLER, I. Y.; BLAIR, N. E.; MACKIN, I.E.; RUDE, P. D.; STUPAKOFF, I. PATCHINEELAM, S.; BOEHME, S. E. & KNOPPERS, B. 1991. Biogeochemical processes in Amazon shelf sediments. *Oceanography*, 4: 27-32.
- ALLER J. Y. 1995. Molluscan depth assemblages on the Amazon shelf: implications for physical and biological controls on benthic populations. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 118: 181-212.
- ALMEIDA, M. F. 2008. *Comunidades macrobentônicas da reserva biológica do lago Piratuba (Amapá – Brasil)*. Belém. Universidade Federal do Pará. 71p. (Dissertação de Mestrado).
- ALONGI, D. M. 1989. The role of soft-bottom benthic communities in tropical mangrove and coral reef communities. *Review Aquatic Science*, 1: 243-280.
- ALONGI, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 28: 381-496.
- ALONGI, M. D. & CHRISTOFFERSEN, P. 1992. Benthic infauna and organism-sediment relations in a shallow, tropical coastal area: influence of outwelled mangrove detritus and physical disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, 81: 229-245.
- AMARAL, I. G. 1998. *Caracterização de solos de uma topossequência na Ilha de Maiandeuá-PA*. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 86 p. (Dissertação de Mestrado).
- ATTRILL, M. J. & RUNDLE, S. D. 2002. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55: 929-936.
- BACHELET, G. 1990. The choice of a sieving mesh size in the quantitative assessment of marine macrobenthos: a necessary compromise between aims and constraints. *Marine Environmental Research*, 30: 21-35.
- BATTLE, J. M.; JACKSON, J. K. & SWEENEY, B. W. 2007. Mesh size affects macroinvertebrate descriptions in large rivers: examples from the Savannah and Mississippi Rivers. *Hydrobiologia*, 592: 329-343.

- BEASLEY, C. R. & TAGLIARO, C. H. 2003. Moluscos. **In:** FERNANDES, M. E. B. *Os manguezais da Costa Norte Brasileira*. São Luis. Fundação Rio Bacanga. p. 79-86.
- BEESELEY, P. L.; ROSS, G. J. B. & GLASBY, C. J. (Ed.). 2000. *Polychaetes and Allies: the Southern Synthesis*. Fauna of Australia. Vol. 4. Melbourne: CSIRO Publishing.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. 2006. *Ecology - From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing. 759 p.
- BEMVENUTI, C. E. 1994. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica*. Rio Grande - RS. 16: 87-98.
- BILYARD, G. R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Marine Pollution Bulletin*, 18 (11): 581-585.
- BISHOP, J. D. D. & HARTLEY, J. P. 1986. A comparison of the fauna retained on 0.5 mm and 1.0 mm meshes from benthic samples taken in the Beatrice Oilfield, Moray Firth, Scotland. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 91B: 247-262.
- BLAKE, J. A. 2000. Family Capitellidae Grube, 1862. **In** J.A. BLAKE, B. HILBIG & P.H. SCOTT (eds.). *Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel*, Volume 7. The Annelida, Part 4. Santa Barbara Museum of National History, Santa Barbara, California.
- 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*, No Prelo.
- BRITO, B. A. 2002. *Aspectos ecológicos da malacofauna gastrópoda da Ilha Canela, Pará, Brasil*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 22p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- BUCHANAN, J. B. 1971. Measurements of the physical and chemical environments: Sediments. **In:** HOLME, N. A.; McINTYRE, A. D. (ed.) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford. Blackwell Scientific Publications. p. 30-52.
- BURONE, L.; MUNIZ, P.; PIRES-VANIN, A. M. S. & RODRIGUES, M. 2003. Spatial distribution of organic matter in the surface sediments of Ubatuba Bay (Southeastern -Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75(1): 1-14.
- CAPOBIANCO, J. P. P. 2001. Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. São Paulo, Estação Liberdade.
- CIVIDANES, S. M.; INCERA, M. & LÓPEZ, J. 2002. Temporal variability in the biochemical composition of sedimentary organic matter in an intertidal flat of the Galacian coast (NW Spain). *Oceanologica Acta*, 25: 1-12.

- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144 p
- CORRÊA, I. C. S. 2005. Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da Baía do Marajó-PA. *Pesquisa em Geociência*, 32 (2): 109-118.
- DAUER, D. M.; EWING, R. M. & RODI, A. J. 1987. Macrobenthic distribution within the sediment along an estuarine salinity gradient. *International Revue ges Hydrobiol.* 72: 529-538.
- DAUVIN, J. C. 2007. Paradox of estuarine quality: Benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 55:271-281.
- DAVIS, R. B. 1974. Stratigraphic effects of tubificids in profundal lake sediments. *Limnology and Oceanography*, 19: 466-488.
- DAY, JR., J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, V. M. & YÄÑES-ARANCIBIA, A. 1989. *Estuaries Ecology*. New York. Academy Press, 558 p.
- DEIDUN, A.; AZZOPARDI, M.; SALIBA, S. & SCHEMBRI P. J. 2003. Low faunal diversity on Maltese sandy beaches: fact or artefact?. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 58, 83–92.
- DEXTER, D. M. 1992. Sandy beach community structure: the role of exposure and latitude. *Journal of Biogeography*, 19:59-66.
- DEXTER, D. M. 1983. Community structure of intertidal sandy-beaches, p. 461-472, **In:** MCLACHLAN, A. & ERASMUS, T. (eds.), *Sandy beaches as ecosystems*. Dr. W. Junk Publ., The Hague.
- DITTMANN, S. 1995. Benthic structure on tropical tidal flats of Australia. *Helgoländer Meeresunters*, 49: 539-551.
- DITTMANN, S. 2000. Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Australia. *Journal of Sea Research*, 43: 33-51.
- DITTMAR, T. & LARA, R. J. 2001. Driving forces behind nutrient and organic matter dynamics in a mangrove tidal creek in north Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 249-259.
- DSIR WATER QUALITY CENTRE. 1988. Design of an ecological monitoring programme for the Manukau Harbour. *Manukau Harbour Action Plan*. Report prepared for the Auckland Regional Water Board, Auckland, NZ.

- ELEFTHERIOU, A. & HOLME, N. A. 1984. Macrofauna techniques. In: HOLME, N.A & MCINTYRE, A.D (eds) *Methods for the study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publication, Oxford. pp 140-216.
- ELLIOT, M. & MCLUSKY, D. S. 2002. The need definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55: 815-827.
- FAUCHALD, K. & P. JUMARS. 1979. The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology. Annual Review*, 17: 193-284.
- FERNANDES, C. M.; GOMES, C. P.; BRITO, B. A.; SODRÉ, T. S.; DAVIDSON, C. A.; TAGLIARO, C. H.; BEASLEY, C. R. 2003. Levantamento de moluscos marinhos na Península de Ajuruteua, Bragança, Pará. *Mangrove 2003: Programas e Resumos*. Salvador. 156 p.
- FERNANDES, C. M. 2006. *Caracterização espaço-temporal das associações macrobentônicas em canais de maré da planície Costeira Bragantina*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 76 p. (Dissertação de Mestrado).
- FIGUEIRA, E. A. G. 2002. *Caracterização da comunidade macrobentônica dos manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 109 p. (Dissertação de Mestrado).
- FILGUEIRAS, V.L.; CAMPOS, L.S.; LAVRADO, H.P.; FRENSEL, R. & POLLERY, R.C.G. 2007. Vertical distribution of macrobenthic infauna from the shallow sublittoral zone of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, 30: 1439-1447.
- FLACH, E. & HELP, C. 1996. Vertical distribution of macrozoobentos within the sediment on the continental slope of the Goban Spur area (NE Atlantic). *Marine Ecology Progress Series*, 141: 55-66.
- FORD, J. B. 1962. The vertical distribution of larval chironomidae (Diptera) in the mud of a stream. *Hydrobiologia*, 19: 262-272.
- GAGE, J. D.; HUGHES, D. J. & GONZALEZ VECINO J. L. 2002. Sieve size influence in estimating biomass, abundance and diversity in samples of deep-sea macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series*, 225: 97-107.
- GEE, J. M & R. M WARWICK. 1994. Body-size distribution in a marine metazoan community and fractal dimensions of macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 178: 247-259.
- GIANGRANDE, A.; LICCIANO, M & MUSCO, L. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1153-1162.
- GOMES, C. P.; GARDUNHO, D. C.; ARRUDA, C.; ARRUDA, D. & BEASLEY, C. R. 2003. Avaliação de densidade populacional de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819)

em regiões estuarinas, Bragança-Pará. *Mangrove 2003: Programa e Resumos*. Salvador. p. 99.

- GRASSLE, J. P. & GRASSLE, J. F. 1976. Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science*, 192: 567-569.
- GRAY, J. S. & ELLIOT, M. 2009. *Ecology of Marine Sediments*. Oxford University Press. 2<sup>nd</sup> Edition. 256 p.
- GRÉMARE, A.; MARSH, A.G. & TENORE, K.R. 1988. Short-term reproductive responses of *Capitella* sp.I (Annelida: Polychaeta) fed on different diets. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 123: 147-162.
- GRÉMARE, A.; MARSH, A.G. & TENORE, K.R. 1989a. Fecundity and energy partitioning in *Capitella capitata* type I (Annelida: Polychaeta). *Marine Biology*, 100: 365-371.
- GRÉMARE, A.; MARSH, A.G. & TENORE, K.R. 1989b. Secondary production and reproduction of *Capitella capitata* type I (Annelida: Polychaeta) during a population cycle. *Marine Ecology Progress Series*, 51: 99-105.
- GUTIÉRREZ, D.; GALLARDO, V. A.; MAYOR, S.; NEIRA, C.; VÁSQUEZ, C., SELLANES, J.; RIVAS, M.; SOTO, A.; CARRASCO, F. & BALTAZAR, M. 2000. Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral bottoms off central Chile, during the 1997-98 El Niño. *Marine Ecology Progress Series*, 202: 81-99.
- HANSON, R. B.; TENORE, K. R.; CHAMBERLAIN, S.; PAMATMAT, M. M. & TIETJEN, J. H. 1981. Benthic enrichment in the Georgia Bight related to Gulf Stream intrusion and estuarine outwelling. *Journal of Marine Research*, 39:417-441.
- HARTLEY, J. P. 1982. Methods for monitoring offshore macrobenthos. *Marine Pollution Bulletin*, 13: 150-154.
- HILDREW, A. G.; RAFFAELLI, D. G. & EDMONDS-BROWN, R. 2007. *Body size: the structure and function of aquatic ecosystems*. Cambridge University Press, 343 p.
- HISCOCK, H.; SOUTHWARD, A.; TITTLE, I. & HAWKINS, S. 2004. Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquatic conservation-marine and Freshwater System*, 14: 333-362.
- JAMES, R. J.; SMITH, M. P. L. & FAIRWEATHER, P. G. 1995. Sieve mesh size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Marine Ecology Progress Series*, 118: 187-198.
- JOHNSON, R. G. 1967. The vertical distribution of the infauna of the sand flat. *Ecology*, 48: 571-578.



- KELAHER, B. P. & LEVINTON, J. S. 2003. Variation in detrital-enrichment causes changes in spatio-temporal development of soft-sediment assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 261: 85-97.
- KINGSTON, P. F. & RIDDLE, M. J. 1989. Cost effectiveness of benthic faunal monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 20: 490-496.
- KOTWICKI, L.; SZYMELFENIG, M.; TROCH, M.; URBAN-MALINGA, B. & WESLAWSKI, J.M. 2005. Latitudinal biodiversity patterns of meiofauna from sandy littoral beaches. *Biodiversity and Conservation*, 14: 461- 474.
- LALLI, C. M. & PARSONS, T. R. 1997. *Biological oceanography: an introduction*. New York. Pergamon Press. 301 p.
- LANA, P. C. 1986a. Macrofauna bentica de fundos não consolidados da Baía de Paranaguá - PR. *Nerítica*, 1(3): 79-89.
- LANA, P. C. 1986b. Nephtyidae (Annelida; Polychaeta) do litoral do estado do Paraná (Brasil). *Nerítica*, 1: 135-154.
- LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A. & ISSAC, V. J. 1996. *O Bentos da Costa Brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996)*. Rio de Janeiro. FEMAR. 432 p.
- LANA, P. C.; COUTO, E. C. G. & ALMEIDA, M. V. O. 1997 . Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (Brazil). *Bulletin of Marine Science*, 60 (2): 433-442.
- LEVINTON, J. S. 1972. Stability and trophic structure in a deposit-feeding and suspension-feeding communities. *American Naturalist*, 106: 472-486.
- LEVINTON, J. S. 2001. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. 2<sup>th</sup> Edition. Oxford. Oxford Universit Press. 515 p.
- LEWIS, F. G. & STONER, A. W. 1981. An examinations of methods for sampling macrobenthos in seagrass meadows. *Bulletin Marine Science*, 31:116-124.
- LITTLE, C. 2000. *The ecology of soft shores and estuaries*. Oxford. Oxford University Press. 252p.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of Chlorophyll and Pheo-Pigments: Spectrophotometric Equations. *Limnology and Oceanography*, 12: 343-346.
- LU, L. 2005. Seasonal variation of macrobenthic infauna in the Johor Strait, Snagapore. *Aquatic Ecology*, 39: 107-111.

- MACINTYRE, H. L. & CULLEN, J. J. 1995. Fine-scale vertical resolution of chlorophyll and photosynthetic parameters in shallow-water benthos. *Marine Ecology Progress Series*, 122: 227-231.
- MANINO, A. & MONTAGNA, P. A. 1997. Small-scale spatial variation of macrobenthic community structure. *Estuaries*, 20: 159-173.
- MARE, M. F. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 25: 517-554.
- MARSH, A; GRÉMARE, A. & K. TENORE. 1989. Food type and food ration effects on growth of juvenile *Capitella* sp. 1 (Annelida: Polychaeta): Macro vs. micro-nutrients. *Marine Biology*, 102: 519-527.
- MASCARENHAS, A. L. S. 2006. *Análise Geoambiental da ilha de Algodão - Maiandeuá/PA*. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará. 133p. (Dissertação de Mestrado).
- MASON, W. T. Jr.; LEWIS, P. A. & HUDSON, P. L. 1975. The influence of mesh size selectivity on benthic invertebrate indices of eutrofication. *Verhandlungen International Verein Limnologie*, 19: 1550-1561.
- MAURER, D. & VARGAS, J. A. 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary: gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Biology*, 81: 97-106.
- MCCALL, P. L. 1977. Community patterns and adaptive strategies of the infaunal benthos of Long Island Sound. *Journal of Marine Research*, 35(2): 221-226.
- MCINTYRE, A. D.; ELLIOTT, J.M. & ELLIS, D.V. 1984. Introduction: Design of sampling programmes. **In:** HOLME, N.A. & MCINTYRE, A.D. (eds). *Methods for the study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publication, Oxford, pp.1-26.
- MERRITT, R.W. & K.W. CUMMINS. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall / Hunt Publishing Company, 3<sup>th</sup> edition, 862p.
- MIGOTTO, A. L. 2003. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade de invertebrados marinhos no Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Programa Nacional de Diversidade Biológica – PRONABIO.
- MONTAGNA, P. A. & KALKE, R. D. 1992. The effects of freshwater inflow on meiofauna and macrofauna populations in the Guadalupe and Nueces estuaries, Texas. *Estuaries*, 15: 307-326.

- 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 Amazônica*, 35 (2): 207-214.
- MORIN, A.; STEPHENSON, J.; STRIKE, J. & SOLIMINI, A. G. 2004. Sieve retention of stream benthic invertebrates. *North American Benthological Society*, 23 (2): 383-391.
- NALEPA, T. F. & ROBERTSON, A. 1981. Vertical distribution of the zoobenthos in southeastern Lake Michigan with evidence of seasonal variation. *Freshwater Biology*, 11: 87 - 96.
- OLIVEIRA, M & MOCHEL, F. R. 1999. Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto de atividades humanas no Sudoeste da Ilha de São Luiz, Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 12: 75-93.
- OMENA, E. P. & AMARAL, A. C. Z. 2000. Hydrodynamic action and the polychaete fauna of sandy beaches in Southeast Brazil. **In:** *Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas*, 2000, Itajaí. Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas - Morfodinâmica, Ecologia, Usos, Riscos e Gestão. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, p. 256-257.
- PAIVA, P. C. 1993. Trophic structure of a shelf polychaete taxocenosis in southern Brazil. *Cahiers de Biologie Marine*. Roscoff, 35 (4): 39-55.
- PEARSON, T. H. & ROSENBERG, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the environment. *Oceanography Marine Biology. Annual Review*, 16: 229-311.
- PHILLIPS, N. W. 1984. The potential of different microbes and substrates as suppliers of specific essential nutrients to marine detritivores. *Bulletin of Marine Science*, 35: 283-98.
- QUIROGA, E.; QUIÑONES, R.; PALMA, M.; SELLANES, J.; GALLARDO, V.; GERDES, V. & ROWE, G. 2005. Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 62 (1-2): 217-231.
- RAE, E. J. 1997. Trace metals in deposited intertidal sediments. **In:** JICKELLS, T. D. & RAE, E. J. *Biogeochemistry of intertidal sediments*. Cambridge University Press. p 17-41.
- REES, H. L. 1984. A note on mesh selection and sampling efficiency in benthic studies. *Marine Pollution Bulletin*, 15: 225-229.
- REISH, D. J. 1959. A discussion of the screen size in washing quantitative marine bottom samples. *Ecology*, 10 (2): 307-309.

- RHOADS, D. C. 1970. Mass properties, stability, and ecology of marine muds related to burrowing activity. *J Geol Spec Issue*, 3: 391-406.
- RHOADS, D. C. & BOYER, L. F. 1982. The effects of marine benthos on physical properties of sediments: a successional perspective. **In:** *Animal-sediment relations*. 2. P. L. MCCALL & TEVESZ, M. J. S. (eds). Plenum Press, New York, pp. 3-52.
- RHOADS, D. C.; BOCSCH, D. F.; ZHICAN, T.; FENGSHAN, X.; LIQIANG, H. & NILSEN, K. J. 1985. Macrobenthos and sedimentary facies on the Changjiang delta platform and adjacent continental shelf. East China Sea. *Continental Shelf Research*. 4: 189-213.
- RIBEIRO, J. B., DA COSATA, A. C. L. & DA COSTA SOUZA FILHO, J. D. 1997. Manguezal de Bragança-PA: Abordagem meteorológica sobre impacto ambiental. Programa MADAM (mimeo).
- ROCHA, C. A. M. 2000. *Caracterização molecular de camarões do estuário do Rio Caeté e litoral do município de Bragança, Pará, Brasil*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 71 p. (Dissertação de Mestrado).
- RODIL, I. F.; CIVIDANES, M. & LÓPEZ, J. 2008. Seasonal variability in the vertical distribution of benthic macrofauna and sedimentary organic matter in an estuarine beach (NW Spain). *Estuaries and Coasts*, 31: 382-395.
- RODRIGUES, A. M.; MEIRELES, S.; PEREIRA, T. & QUINTINO, V. 2007. Spatial heterogeneity recognition in estuarine intertidal benthic macrofaunal communities: influence of sieve mesh-size and sampling depth. *Hydrobiologia*, 587: 37-50.
- ROSA-FILHO, J. S.; BUSMAN, D. V.; VIANA, A. P.; GREGORIO, A. M. & OLIVEIRA, D. M. 2005. Macrofauna bentônica de zonas entre – marés de zonas não vegetadas do estuário do Rio Caeté (Bragança-Pa). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Suplemento, 1: 42-59.
- ROSENBERG, R.; GRÉMARE, A.; AMOUROUX, J. M. & NILSSON, H. C. 2003. Benthic habitats in the northwest Mediterranean characterised by sedimentary organics, benthic macrofauna and sediment profile images. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 57: 297-311.
- ROSSI, F.; COMO, S.; CORTI, S. & LARDICCI, C. 2001. Seasonal variation of a deposit-feeder assemblage and sedimentary organic matter in a brackish basin mudflat (Western Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53: 181-191.
- RUDDY, G. 1997. An overview of carbon and sulphur cycling in marine sediments. **In:** JICKELLS, T. D. & RAE, J. E. *Biogeochemistry of intertidal sediments*. Cambridge. Cambridge University Press. pp: 99-118.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. S.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S. & SANTOS, M. M. L. S. 2005. Caracterização química da matéria orgânica e da

matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na Ilha de Algodual/Maiandeuá, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais*, Belém. 1(1): 227-234.

- RUTA, C. 1999. *Padrões de distribuição espaço-temporal dos anelídeos poliquetas da plataforma continental ao largo da Restinga de Massambaba, RJ*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 116 p. (Dissertação de Mestrado).
- SAMPAIO, D. S. 2004. *Comparação da macrofauna bentônica em bosques de mangue sob diferentes graus de degradação no município de Bragança - Pará - Brasil*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 85 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANDERS, H. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. 1. Animal-sediment relationships. *Limnology and Oceanography*, 3:245-258.
- SANTOS, S. M. L. 2003. *Estudos genéticos e ecológicos da família Teredinidae (Mollusca: Bivalvia) do Pará*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 84 p. (Dissertação de Mestrado).
- SCHLACHER, T. A. & WOOLDRIDGE, T. H. 1996. How sieve mesh size affects sample estimates of estuarine benthic macrofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 201: 159–171.
- STEELE, D. H. & STEELE, V. J. 1986. The cost of reproduction in the amphipod *Gammarus lawrencianus*. Bousfield. *Crustaceana*, 51: 176–182.
- SHIRAYAMA, Y. & HORIKOSHI, M. 1982. Vertical distribution of smaller macrobenthos and larger meiobenthos in the sediment profile in the deep-sea system of Sugura Bay (Central Japan). *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, 38: 273-280.
- SILVA, E. F.G.; CARDOSO, D. N. B. & BELÚCIO, L. F. 1997. Anelídeos poliquetas em substrato inconsolidado na região de manguezal de Bragança (PA) durante o período chuvoso. *3º Workshop Internacional do Programa MADAM*. Belém. 22-23.
- SILVA, R. F.; VASCONCELOS, T. R.; CARVALHO, I. L. R. & ROSA FILHO, J. S. 2003. Biodiversidade da macrofauna bentônica do estuário do Rio Curuçá (Curuçá-Pa): Primeiros Resultados. *V Encontro de Ecologia Bêntica, Bioincrustação e Corrosão*. Arraial do Cabo. CD-Rom de Resumos.
- SILVA, R. F. 2004. *Variação espaço-temporal da estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do estuário de Curuçá - PA*. Belém. Universidade Federal do Pará. 36 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- SILVA, D. E. A. 2006. *Variações espaço-temporais das associações macrobentônicas em áreas sujeitas à contaminação ambiental no estuário Guajará (Belém-Pará)*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 108 p. (Dissertação de Mestrado).

- SILVA, R. F. 2008. *Associações macrobentônicas de fundos moles do estuário do rio Caeté (Bragança-PA)*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 65p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, F. L.; PAULETO G. M.; TALAMONI, J. L. B. & RUIZ; S. S. 2009. Categorização funcional trófica das comunidades de macroinvertebrados de dois reservatórios na região Centro-Oeste do estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá. 31(1): 73-78.
- SNELGROVE, P. V. R. & BUTMAN, C. A. 1994. Animal-Sediment relationship revisited: cause versus effect. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 32: 11-177.
- SNELGROVE, P. V. R. 1994. Hidrodinamic enhancement of invertebrate larval settlement in microdepositional environments – colonization tray experiments in muddy habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 176: 149-166.
- SNELGROVE, P.V.R. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1123-1132.
- SOUZA, A. L. C. 2002. *Atlas das espécies de bivalves marinhos encontradas na Península Costeira Bragantina, Nordeste do Pará, Brasil*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 33 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo. EDUSP. 317 p.
- TANAKA, M. O. & LEITE F. P. P. 1998. The effect of sieve mesh size on the abundance and composition of macrophyte-associated macrofaunal assemblages. *Hydrobiologia*, 389: 21–28.
- THAYER, C. W. 1983. Biotic interactions in recent and fossil benthic communities. **In:** *Sediment-mediated biological disturbance and the evolution of marine benthos*. Vol. 3, topics in geobiology, TEVESZ, M. J. & MCCALL, P. L. (ed), Plenum Press, New York, p. 479-625.
- THOMPSON, B. W.; RIDDLE, M. J. & STARK, J. S. 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 232–243.
- TRUJILLO, A. P. & THURMAN, H. V. 2003. *Introductory Oceanography*. Pearson Education. 10ª Edição. 624 p.
- TSUTSUMI, H. 1990. Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta, Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. *Marine Ecology Progress Series*, 63:147

- VALE, P. A. A. 2003. *Biologia reprodutiva do caranguejo Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) no manguezal do estuário do Rio Caeté, Bragança, Pará, Brasil*. Bragança. Universidade Federal do Pará. 48 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- YINGST, J. Y. & RHOADS, D. C. 1985. The structure of soft-bottom benthic communities in the vicinity of the Texas Flower Garden Banks, Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 20: 569-592.
- WARREN, L. M. 1991. Problems in Capitellid Taxonomy. The genera *Capitella*, *Capitomastus* and *Capitellides* (Polychaeta). *Ophelia Supplement*, 5: 275-282.
- WARWICK, R. M.; GOSS-CUSTARD, J. D.; KIRBY, R.; GEORGE, C. L.; POPE, N. D. & ROWDEN, A. A. 1991. Static and dynamic environmental factors determining the community structure of estuarine macrobenthos in SW Britain: why is the Severn estuary different? *Journal of Applied Ecology*, 28: 329-345.
- WARWICK, R. M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian Journal of Ecology*, 18, 63-80.
- WIJSMAN, J. W. M.; HERMAN, P. M. J. & GOMOIU, M. 1999. Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 181: 25-39.
- WOLFF, M.; KOCH, V. & ISSAC, V. J. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 789-80.