



Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências do Mar e do
Ambiente

Caracterização das comunidades de macrofauna epibentónica do Estuário do Rio Arade

Miguel Ângelo Franco Mateus

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Jorge Gonçalves e
pelo Prof. Doutor Karim Erzini

Tese de Mestrado em Biologia Marinha
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha
Faro, Dezembro, 2008

O conteúdo deste relatório é de exclusiva responsabilidade do autor.

(Miguel Ângelo Franco Mateus)

“Não sei como pareço aos olhos do mundo, mas eu mesmo vejo-me como um pobre garoto que brincava na praia e se divertia em encontrar uma pedrinha mais lisa uma vez por outra, ou uma concha mais bonita do que de costume, enquanto o grande oceano da verdade se estendia totalmente inexplorado diante de mim”

“Isaac Newton”

x

AGRADECIMENTOS

Reservo este espaço para agradecer a todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Um Obrigado...

Aos orientadores, Doutor Jorge Gonçalves e Professor Doutor Karim Erzini, pela orientação e ensinamentos, e por me proporcionarem a hipótese de realizar esta tese de mestrado.

A todo o pessoal do K-Team, Camané, Luis Bentes, Pedro Monteiro, Fred, David, Cheila, Joana Mio (colega de sofrimento)...desculpem se me esqueci de alguém. E em especial ao Veiga pela paciência que demonstrou durante a elaboração desta tese.

Á Margarida Machado pela ajuda na identificação das Ascideas, os organismos mais “obscuros” deste trabalho.

Á “Popstar” por tudo o que, com a sua simplicidade e humildade e principalmente amizade, fez para me ajudar ao longo destes anos, mesmo só a comer verduras...!!!

Á Gi pela amizade incondicional demonstrada. E a todas as miúdas, Mafalda, Isabel, Marina (# \$ % de Miami), Marta, Cristina, Poly, Mahaut.... Sei que me estou a esquecer de muita gente...

Aos colegas de casa Coelho e Sérgio pelo apoio a amizade demonstrados desde a minha chegada a esta universidade. E pelas belas discussões que tivemos...

Aos meu amigos de infância, Uisha, Viagra, G, Tito, Horácio, Filipe Grande, Short,... em resumo a todo o pessoal de Turquel.

Á Márcia por ter sido um apoio, pelo amor e carinho demonstrados ao longo deste tempo, por ser quem é.... Obrigado!!!!

Aos meus, Amigos/ Família: David, Mimo e Ricardo, graças a vocês o tempo que passei na universidade foi especial. São um exemplo de verdadeira amizade...Xkuadrão! “Oh Inca, Oh Inca.....!!!!

Ao meu irmão, por ser muitas vezes um exemplo para mim.

Aos meu Pais Manuel e Irene, pois sem eles não estaria a escrever estas palavras, a vossa dedicação foi enorme, sem vocês não seria quem sou....!!!

x

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo a caracterização das comunidades de macroinvertebrados epibentónicos do estuário do Rio Arade, em termos da sua composição específica, variação espaço-temporal, e estrutura e dinâmica das comunidades, analisando a relação entre a distribuição das comunidades e os parâmetros ambientais estuarinos. O período de amostragem estendeu-se desde Janeiro de 2004 a Abril de 2005, para obter uma caracterização anual das comunidades. Na totalidade das amostragens foram capturados 88111 indivíduos e identificados 228 *taxa*. O crustáceo *Crangon crangon* dominou a abundância e a frequência de ocorrência, no entanto, a biomassa foi dominada pela ascidia *Microcosmus exasperatus*. Ao longo do Estuário foi observada uma estruturação das comunidades, sendo a zona A2 (canal principal) dominante em diversidade. Pelo contrário a zona de PnVinf (sapal) apresentou-se como a mais pobre em todos os aspectos. A estruturação das comunidades mostrou uma relação com os factores salinidade e profundidade. Nas amostragens realizadas apenas foi observada sazonalidade nas zonas de sapal, existindo diferenças entre Inverno – Verão e Primavera – Outono. A utilização do método ABC não mostrou resultados viáveis de serem interpretados. A continuidade deste estudo é necessária de modo a poder avaliar mais correctamente a componente temporal e minimizar os erros registados em alguns dos métodos de amostragem.

Palavras-chave: macroinvertebrados epibentónicos, estruturação das comunidades, ecossistemas estuarinos, Estuário do Rio Arade.

v

x

ABSTRACT

The present work had as the objective the characterization of the communities of epibenthic macroinvertebrates of the estuary of the River Arade, in terms of its specific composition, special and seasonal variation and, structure and dynamics of the communities, analyzing the relation between the distribution of the communities and the estuarine ambient parameters. The sampling period was extended since January of 2004 to April of 2005, to get an annual characterization of the communities. In the totality of the samplings 88111 individuals were captured and 228 *taxa* had been identified. The species *Crangon crangon* dominated the abundance and the occurrence frequency, however, the biomass was dominated by the species *Microcosmus exasperatus*. Throughout the Estuary a community structure was observed, being A2 zone (main canal) dominant in diversity. For the opposite, the zone of PnVinf (salt marsh) was presented as poorest in all aspects. The organization of the communities showed a relation with the factors salinity and depth. It was observed seasonal variation existing differences between winter - summer and spring – autumn. The use of the ABC method did not show results able to be interpreted. The continuity of this study is necessary in order to be able to evaluate more correctly the temporal component and to minimize the errors observed in some of the sampling methods.

Key-words: epibenthic macroinvertebrates, community structure and dynamics, estuarine ecosystems, Estuary of the River Arade.

x

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Caracterização do ambiente estuarino	1
1.2. Estudos de comunidades estuarinas a nível mundial	2
1.3. Estudos em Portugal	3
1.4. Objectivos	4
2. MÉTODOS	
2.1. Caracterização da área de estudo	5
2.2. Amostragem de campo	5
2.3. Técnicas de amostragem	7
2.4. Tratamento de dados	9
2.4.1. Composição das capturas por arte de pesca	9
2.4.2. Variação espaço-temporal	10
2.4.3. Estrutura das comunidades	10
2.4.3.1. Análise univariada: Índices de diversidade	10
2.4.3.2. Análise Multivariada	11
2.4.4. Curvas Abundância e Biomassa (ABC)	12
3. RESULTADOS	13
3.1. Análise geral da amostra	13
3.2. Variação dos parâmetros	15
3.2.1. Espacial	15
3.2.2. Sazonal	17
3.3. Análise da amostragem por arrasto	17
3.3.1. Análise da captura	17
3.3.1.1. Representatividade da Amostra	20
3.3.2. Variação da abundância e da biomassa	20
3.3.2.1. Variação sazonal	20
3.3.2.2. Variação espacial	21
3.3.3. Análise sazonal	22
3.3.4. Análise Espacial	23
3.3.5. Análise Multivariada	25
3.3.5.1. Espacial	25
3.3.5.2. Sazonal	26
3.3.6. Análise Diversidade	26
3.3.6.1. Espacial	26
3.3.6.2. Sazonal	28
3.3.7. Análise Curvas ABC	29
3.4. Análise Pushnet	30
3.4.1. Análise da captura	30

x		
	3.4.2. Variação da abundância e biomassa	31
	3.4.2.1. Variação espacial	31
	3.4.2.2. Variação Sazonal	32
	3.4.3. Análise Espacial	33
	3.4.4. Análise Multivariada	34
	3.4.4.1. Espacial	34
	3.4.4.2. Sazonal	35
	3.4.5. Análise Diversidade	35
	3.4.5.1. Temporal	35
	3.4.5.2. Espacial	37
	3.5. Análise Multivariada comparação de Arrasto e Pushnet	38
4. DISCUSSÃO		40
4.1. Caracterização geral da amostra		40
4.2. Análise das comunidades		42
4.2.1. Estruturação espacial		42
4.2.1.1. Análise de arrasto – Canal principal		42
4.2.1.2. Análise de <i>Pushnet</i> – Sapal		44
4.3. Comparação do Canal Principal (Arrasto de Vara) e Sapal(<i>Pushnet</i>)		45
4.4. Análise das Curvas ABC		46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS		47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		49
Anexo I		
Anexo II		
Anexo III		

Índice de Figuras

Figura 1 – Mapa dos locais amostrados no estuário do Rio Arade. (Ortofotocartas do Instituto Geográfico do Exército). A0 a A4: Arrasto de Vara; R1 a R4: Redinhas; M1: Murejonas; T1: Tresmalho; Pn1 a Pninf: “Pushnet”; RMar-Nauf-FMar-RRio-Frio: Mergulhos.	6
Figura 2 – Utilização de Arrasto de Vara no Estuário do Rio Arade (2.65m x 0,65m; malha de 9mm)	7
Figura 3 – Utilização de “Pushnet” no Estuário do Rio Arade (1,5m x 0,5m; malha de 2mm)	8
Figura 4 – Representação gráfica da variação dos parâmetros físico-químicos (Profundidade, Salinidade, Temperatura, %O ²) ao longo dos locais de amostragem.	16
Figura 5 – Representação gráfica da variação dos parâmetros físico-químicos (Salinidade, Temperatura, %O ²) ao longo dos meses de amostragem.	17
Figura 6 – Curva cumulativa das espécies identificadas ao longo das amostragens.	20

- Figura 7** – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período de amostragem, utilizando o Arrasto de vara. 21
- Figura 8** – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo dos pontos de amostragem, utilizando o Arrasto de vara. 21
- Figura 9** – Composição da amostragem por local, de acordo com o IRI%. Para cada um dos locais foram utilizadas espécies com valores de IRI% iguais ou superiores a 3%, sendo o restante agrupado em Outros. 24
- Figura 10** – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis da densidade da abundância dos *taxa* capturados pelo arrasto de vara nos locais A0,A1,A2,A3,A4. Valor de stress 0,15. 25
- Figura 11** – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridades Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pelo arrasto de vara nas diferentes estações do ano. Valor de stress 0,16. 26
- Figura12** – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com arrasto de vara. 27
- Figura13** – Representação gráfica dos índices de equatibilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com arrasto. 28
- Figura14** – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com arrasto. 28
- Figura15** – Representação gráfica dos índices de equatibilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com arrasto. 29
- Figura16** – Curvas ABC dos diferentes locais, onde estão representados abundância (A) e Biomassa (B). 29
- Figura17** – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período dos locais, utilizando a Pushnet. 32
- Figura18** – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período de amostragem, utilizando a Pushnet. 32
- Figura 19** – Composição da amostragem por local. Para cada um dos locais foram utilizadas espécies correspondentes a aproximadamente 90% do IRI, sendo o restante agrupado em Outros 33
- Figura 20** – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pelo Pushnet nos locais Pn1, Pn2,Pn3 Valor de stress 0,19. 34
- Figura 21** – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pela Pushnet nas diferentes estações do ano Valor de stress 0,19. 35

x

Figura 22 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com Pushnet.	36
Figura 23 – Representação gráfica dos índices de equitabilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com Pushnet.	36
Figura 24 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com Pushnet.	37
Figura 25 – Representação gráfica dos índices de equitabilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener ao longo dos pontos de amostragem, realizadas com Pushnet.	38
Figura 26 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos <i>taxa</i> capturados pelo Arrasto e Pushnet. Com um valor de stress de 0,14.	39

Índice de Tabelas

Tabela I – Dados de percentagem de abundância e biomassa (N%, P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%), e arte com que foram capturadas as espécies (A-Arrasto; Pn-Pushnet; R-Redinha; T-Tresmalho; M- murejona) representativas de 90% da FocR%, tendo sido as restantes agrupadas em Outros.	13
Tabela II – Valores do coeficiente de correlação de Spearman (r) e nível de significância (p) entre as coordenadas dos pontos resultantes da análise MDS em relação aos valores dos parâmetros encontrados nos diferentes locais (A0,A1,A2,A3,A4) e momentos de amostragem.	15
Tabela III – Dados de abundância e biomassa (N, N%, P (g), P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%); relativos as espécies representativas de 90% da FocR%, sendo as restantes agrupadas em Outros.	18
Tabela IV – Representação das espécies referentes a aproximadamente 90% das do Índice de importância relativa (IRI%) em cada uma das estações do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno), as restantes espécies estão agrupadas em Outros.	22
Tabela V – Dados de abundância e biomassa (N, N%, P (g), P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%), relativos as espécies representativas de 90% da FocR%, sendo as restantes agrupadas em Outros.	31

x

x

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização do ambiente estuarino

Os estuários são considerados pela directiva quadro da água da União Europeia (*WFD - Water Frame Directive*), como águas de transição (Mclusky & Elliot, 2006). Estes locais apresentam uma grande variabilidade de parâmetros físicos e químicos, tanto espacial como sazonal, tornando-se assim difícil definir o que é um estuário (Little, 2000). A definição mais comum de estuário é a de “uma zona de transição entre um ambiente de água doce e um ambiente marinho, sendo que geralmente acontece numa zona semi-cercada (Mclusky, 1971; Odum, 1971; Mann, 2000; Knox, 2001).

A temperatura é um dos parâmetros com maiores oscilações nos estuários. Uma das razões para este fenómeno é o facto dos estuários geralmente se tratarem de sistemas com um pequeno volume de água distribuído por uma grande área, estando muito sujeitos à influência das condições atmosféricas. Por outro lado, a mistura de massas de água e o contacto com as margens também contribuem para a variação da temperatura da água nestes ecossistemas (Mclusky, 1971; Nybakken, 1988).

Outro parâmetro importante nos estuários é o oxigénio dissolvido, uma vez que tem uma influência directa na qualidade das águas (OUCT, 1989). Nos ambientes estuarinos, a coluna de água é geralmente aeróbica, apesar de também serem observadas zonas anóxicas a pequenas distâncias do substrato (Day, 1989). O teor em oxigénio das águas apresenta-se relacionado com todo o ecossistema e é influenciado por factores como a degradação de matéria orgânica, a respiração e a actividade fotossintética (OUCT, 1989).

Nos estuários existem grandes quantidades de sedimento que são transportadas pelas correntes existentes e pela variação das marés. O tipo de sedimento influencia outros parâmetros como a disponibilidade de oxigénio e de nutrientes, apresentando assim uma grande relevância para os ecossistemas estuarinos. Este apresenta também extrema importância na fixação e distribuição dos organismos vivos. (Macfarlane & Booth, 2000).

Mas a característica mais importante num ambiente estuarino é a variação da salinidade (Nybakken, 1988). A diluição da água salgada na água doce é responsável

x

por variações horizontais e verticais da salinidade, quer pela mistura de massas de água à superfície, quer pela variação de densidades em profundidade.

Ferreira *et al.*, (2005) classifica os estuários Portugueses como mesotidal estratificado e mesotidal homogéneo, utilizando uma conjunção de variados factores como são a variação das marés, salinidade, e a matéria em suspensão. A referência mesotidal está relacionada com o tipo de maré existente, quanto a estratificação está relacionada com as misturas de água que ocorrem no estuário.

A grande variação das características físico-químicas dos estuários tem grande influência na ecologia destes ecossistemas (Lalli & Parsons, 1993). Se por um lado, as grandes amplitudes em parâmetros como a corrente, salinidade e temperatura, fazem com que os estuários sejam caracteristicamente sistemas com baixas diversidades, a abundância de nutrientes dá geralmente origem a grandes abundâncias por parte das espécies presentes (Odum, 1971; Nybakken, 1988; Mclusky, 1989; Tait & Dipper, 1998; Mann, 2000). De acordo com vários autores (Headrish, 1983; Beck & Odaya, 2001; Lefeuvre *et al.*, 2003), os estuários estão mesmo entre os ecossistemas de maior produtividade a nível mundial, sendo geralmente utilizados como habitat de várias espécies de peixe e macroinvertebrados (Little, 2000; Mann, 2000). Lefeuvre *et al.* (2003) refere ainda que a instabilidade estrutural e a variabilidade existentes nas zonas húmidas, como os estuários, não devem ser tidas como perturbantes, mas sim como factores estruturantes.

1.2. Estudos de comunidades estuarinas a nível mundial

Existe um interesse generalizado de mapeamento dos habitats marinhos e das suas comunidades bentónicas (Freeman & Rogers, 2003), sendo estas utilizadas em diversos estudos como indicadores do estado ecológico de sistemas costeiros e estuarinos (Borja *et al.*, 2003). Mesmo sendo reconhecida a importância dos estuários a nível ecológico e económico (eg. Odum, 1971; Lefeuvre *et al.*, 2000), na generalidade dos casos estes têm sido alvo de intensa pressão antropogénica. Exemplos são a pesca, actividades náuticas, descarga de efluentes e construção de barragens (Little, 2000). Surge assim a preocupação em estudar estes ecossistemas, existindo uma grande diversidade de trabalhos publicados nas mais diversas áreas (p.ex. física, química, sedimentologia,

x

qualidade da água, genética e ecologia) em todo o mundo (e.g. Tesk & Wooldrige, 2003; Ysebart *et al.*, 2003; Fuji, 2007; Rodil *et al.*, 2007; França *et al.*, 2008).

Relativamente aos estudos que caracterizam as comunidades de macroinvertebrados nos estuários, a maioria incide sobre a influência dos diferentes parâmetros físico-químicos e biológicos na distribuição das mesmas. Para vários autores, o factor salinidade demonstra ser o mais influente na estruturação das comunidades bentónicas estuarinas (Knox, 1986; Mannino & Montana, 1997; Chainho *et al.*, 2006; Yamada *et al.*, 2007). Ysebart *et al.* (2003), num estudo realizado no estuário de Schelde (Bélgica), refere que a diminuição da salinidade apresenta uma relação directa com a diminuição do número de espécies. Por outro lado, um estudo realizado na África do Sul, por Teske & Wooldrige (2003), refere que o tipo de sedimento apresenta maior importância que a salinidade na estruturação das comunidades. Outros autores atribuem uma maior influência à sazonalidade nas condições ambientais e aos ciclos biológicos nos estuários, que a variação espacial (Akin *et al.*, 2003). Fuji (2007) num estuário no Reino Unido, demonstrou que as tendências de subida do nível do mar, também poderão ter influência nas comunidades de macrobentos.

1.3. Estudos em Portugal

O estudo das comunidades de macroinvertebrados em Portugal tem aumentado nos últimos anos, sendo os estuários dos Rios Mondego (Chainho *et al.*, 2006), Tejo (Rodrigues *et al.*, 2006; França *et al.*, 2008) e Guadiana (Chicharo *et al.*, 2001) os mais estudados. Existem ainda estudos em estuários de menor dimensão, como os do Rio Lima, Mira (eg. Costa *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 2006). Não obstante, estes trabalhos são de elevada importância para o conhecimento da dinâmica das comunidades estuarinas em Portugal e, conseqüentemente, para a gestão conservação das mesmas.

No estuário do Rio Arade já existem alguns estudos realizados em comunidades estuarinas, apesar de serem maioritariamente direccionados para a componente da ictiofauna (e.g. Machado, 2003; Ruano, 2004; Gonçalves *et al.*, 2006), de foraminíferos (Marques, 2004) existindo também estudos direccionados á poluição (Fernandes *et al.*, 2006). Apresentando este estuário um impacto antropogénico elevado, principalmente, pela pressão urbanística relacionada com o turismo (IPS, 2002) e sendo que a

x
informação sobre as comunidades de invertebrados epibentónicos deste estuário é quase inexistente, é importante a realização de um estudo sobre as mesmas. Um estudo desta natureza permitirá complementar os trabalhos já realizados sobre as comunidades piscícolas e aprofundar conhecimento existente sobre este estuário, facilitando aos órgãos de administração fazer escolhas racionais de gestão e preservação da diversidade ecológica local.

1.4. Objectivos

Tendo como base o estudo e a recolha de amostras do projecto ARADE - *Recrutamento de Espécies Piscícolas de Interesse Comercial no Estuário do Rio Arade* (Programa MARE - P.O. Pescas, 22-05-01-FDR-00017) (Gonçalves *et al.*, 2006), o presente trabalho apresenta como principais objectivos:

- i. Caracterizar os macroinvertebrados do estuário do rio Arade, em termos de composição específica, variação espaço-temporal, e estrutura e dinâmica das comunidades;
- ii. Analisar a relação entre a distribuição das comunidades e os parâmetros ambientais estuarinos;
- iii. Inferir sobre o impacto antropogénico no estuário;

x

2. MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O Rio Arade encontra-se a sul de Portugal, inserido na região do Barlavento algarvio, entre os 37°06'N, 08°31'W e 37°39'N, 08°29'W. Apresenta uma bacia hidrográfica de 996km², e tem como principais afluentes a Ribeira da Boina e Ribeira de Odelouca (IPS, 2002). O estuário, que está classificado como Zona Húmida de Importância Internacional (biótopo CORINE) (Farinha & Trindade, 1994), é de reduzidas dimensões, com um comprimento de 8 km, uma largura média <1km e uma profundidade média de 6m (IPS, 2002). Relativamente ao tipo e prisma de marés e salinidades é considerado como um estuário polihalino e mesotidal homogéneo (Ferreira *et al.*, 2001).

2.2. Amostragem de campo

A recolha das amostras de macroinvertebrados foi realizada mensalmente entre Fevereiro de 2004 a Abril de 2005, no âmbito do projecto ARADE - *Recrutamento de Espécies Piscícolas de Interesse Comercial no Estuário do Rio Arade* (Programa MARE - P.O. Pescas, 22-05-01-FDR-00017) (Gonçalves *et al.*, 2006). Para o efeito foram utilizadas várias artes de pesca: “Arrasto de vara”, “Riley Pushnet” (Holme & McIntyre, 1984), murejonas, o Tresmalho e a Redinha (Leite *et al.*, 1986). De forma a obter uma abordagem que permite abranger um maior número de habitats, obtendo um melhor cenário sobre as comunidades de organismos de um determinado ecossistema. A fim de otimizar a estratégia de amostragem foram realizadas campanhas preliminares, que estabeleceram quais os melhores locais e marés para a realização das amostragens. Com base nas campanhas preliminares foram então seleccionados 15 pontos de arrasto de vara distribuídos por 5 zonas do estuário, 4 pontos de redinha, 1 de murejonas, 1 de tresmalho, e 3 de “pushnet” (fig. 1). Na realização das campanhas de amostragem foi utilizada uma embarcação de pesca (“Celinha”- casco de fibra, com um comprimento de 5,40m e motor fora de borda com 50 cv.).

X

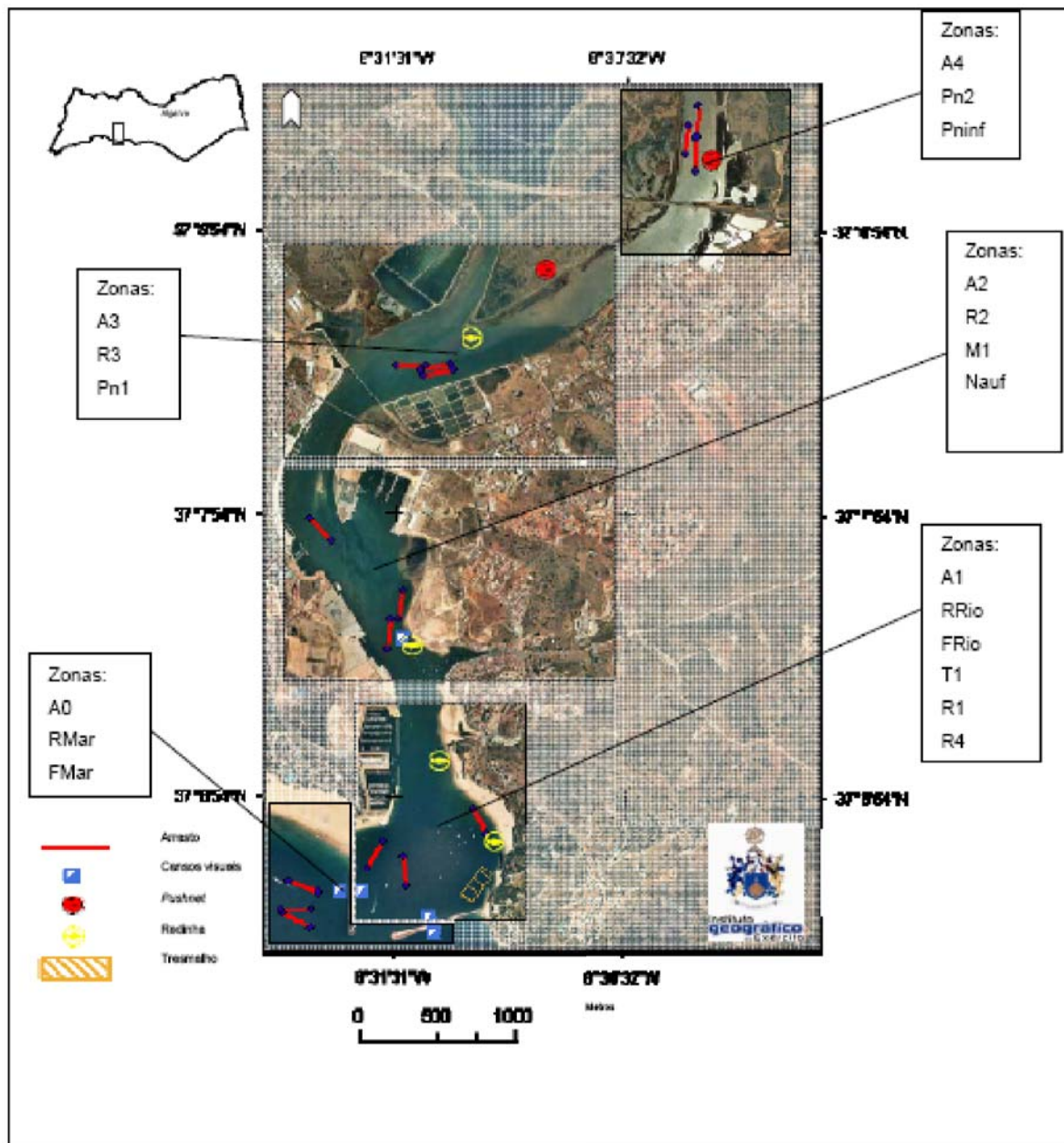


Figura 1 – ¹Mapa dos locais amostrados no estuário do Rio Arade. (Ortofotocartas do Instituto Geográfico do Exército). A0 a A4: Arrasto de Vara; R1 a R4: Redinhas; M1: Murejonas; T1: Treamalho; Pn1 a Pninf: “Pushnet”; RMar-Nauf-FMar-RRio-Frio: Mergulhos.

Em todas as campanhas de amostragem foram registados vários parâmetros abióticos *in situ* no início no meio e no fim de cada lance. A salinidade, temperatura e oxigénio dissolvido foram obtidos através de uma sonda multiparâmetros YSI 85, e a profundidade foi obtida por uma sonda acústica. Todas as amostras recolhidas foram sujeitas a uma triagem prévia no local, sendo separadas em dois grandes grupos:

¹ Adaptado de Gonçalves *et al.* (2006)

x
macroinvertebrados epibentônicos e ictiofauna. Posteriormente foram acondicionadas em locais apropriados para a sua conservação, em sacos identificados. Já no laboratório o material biológico foi identificado até ao nível taxonómico mais baixo possível, contabilizado, e pesado numa balança analítica com precisão centesimal. Os dados obtidos foram introduzidos numa base de dados em Excel.

2.3. Técnicas de amostragem

Na realização da lista de espécies foram utilizadas todas as artes anteriormente referidas, direccionadas a captura de ictiofauna. Mas para o estudo das comunidades do estuário, foram somente utilizadas o Arrasto de vara, e a *Pushnet*.

O arrasto de vara é uma arte de pesca anteriormente na pesca comercial em estuários e rias, na captura de espécies demersais. É composto por uma rede com forma cónica fechada por um saco e prolongada por asas até a boca (Leite *et al.*, 1986)((fig. 2). Nesta arte a abertura horizontal é conseguida através de uma vara de metal com 2,65m de comprimento (Leite *et al.*, 1986). Esta arte é direccionada para amostrar ictiofauna, mas também macroinvertebrados epibentónicos, (Keiser *et al.*, 1994; Reiss 2007). Esta técnica de amostragem foi utilizada no canal principal do estuário.



Figura 2 – Utilização de Arrasto de Vara no Estuário do Rio Arade (2.65m x 0,65m; malha de 9mm)

x

A “Pushnet” é uma arte arrastante composta por uma estrutura metálica de 50cm de altura e 1,5m de comprimento, assente em dois patins com 70cm de comprimento (figura 3). É operada por um único indivíduo, que aplica uma força que permite o arrasto. A rede é composta por 3 tipos de malha, sendo a mais reduzida de 2mm. Foi operada nos esteiros de pouca profundidade, sendo direccionada às zonas de sapal.



Figura 3 – Utilização de “Pushnet” no Estuário do Rio Arade (1,5m x 0,5m; malha de 2mm)

x

2.4. Tratamento de dados

2.4.1. Composição das capturas por arte de pesca

Após o tratamento laboratorial, e com toda a informação introduzida em folhas Excel, foi calculada a representatividade da amostragem para cada uma das técnicas de captura, através da frequência acumulada do número de espécies ao longo do período de amostragem.

Seguidamente foram calculadas: proporções absolutas e percentuais, de abundância (N, N%) e biomassa (P, P%), por arte e para o total das amostras. Foi também calculada a frequência de ocorrência absoluta (Foc_{abs}) e frequência de ocorrência relativa (Foc_{rel}).

$$Foc_{abs} = (L_i / L_t) \times 100$$

$$Foc_{rel} = (Foc_{abs} / \sum Foc_{abs}) \times 100$$

L_i = número de lances em que é detectada a presença de pelo menos um indivíduo da espécie.

L_t - número total de lances realizados.

Após a obtenção da frequência de ocorrência foi calculado o índice de importância relativa (IRI) e (IRI%):

$$IRI = Foc_{abs} \times (N\% + P\%)$$

$$IRI\% = (IRI / \sum IRI) \times 100$$

Foi também calculado o Índice de Dominância Ecológica (IDE):

$$IDE = \frac{(N\% + P\%) \times (n^\circ \text{ sps}\%)}{100}$$

$$n^\circ \text{ sps}\% = n^\circ \text{ total de espécies} / n^\circ \text{ espécies da família} \times 100$$

$$IDE\% = IDE / \sum IDE \times \Sigma$$

x

2.4.2. Variação espaço-temporal

A variação espaço-temporal de abundância e biomassa, foi analisada mensalmente, e por ponto de amostragem, com base nas densidades medias em número (1) e em peso (2).

$$(1) \ n/1000\text{m}^2 = (N/A) \times 1000$$

$$(2) \ P/1000 \text{ m}^2 = (P/A) \times 1000$$

Em que, **n** é o número de indivíduos de uma amostra; **p** o peso total dos indivíduos de uma amostra; **A** é a área amostrada.

Por outro lado, nesta análise também foi utilizado o IRI%, associado á estação do ano (Primavera, Verão, Outono, Inverno) e a zona de amostragem (A0,A1,A2,A3,A4 e Pn1, Pn2, PnVinf).

2.4.3. Estrutura das comunidades

A dinâmica e estrutura das comunidades foram analisadas através de vários métodos de análise, uni e Multivariada, descritos em baixo:

2.4.3.1. Análise univariada: Índices de diversidade

Os índices de diversidade e valores de riqueza específica foram calculados recorrendo ao software ©Primer 6β (Clarke & Gorley, 2006).

Riqueza específica – consiste no número de *taxa* que estão presentes numa amostra.

Índice de Margalef (d)- É um índice que utiliza os valores da riqueza específica (S) e os combina com o número de indivíduos de todas as espécies (N), utilizando a seguinte equação (depende assim do tamanho da amostra):

$$d = (S-1) / \log N$$

x

Índice de diversidade de Shannon- Weiner (H')- Este índice baseia-se na proporção das abundâncias específicas, tendo em conta a equitabilidade e a riqueza específica, assumindo que a amostragem individual é feita aleatoriamente a partir de uma grande população e que na amostra estão representadas todas as espécies (Margurran, 1988). É representado pela seguinte fórmula:

$$H' = \sum_i p_i \log(p_i)$$

onde p_i representa o número de indivíduos da espécie i .

Índices de equitabilidade de Pielou (J') – demonstra como os indivíduos se distribuem entre as diferentes espécies, assumindo que todas as espécies da comunidade estão presentes na amostra. Este índice varia entre os valores 0 e 1. Quando todas as espécies apresentam uma abundância igual o valor é máximo, pelo contrário, o valor é mínimo quando uma só espécie domina a amostragem.

$$J' = H' / \ln(S)$$

2.4.3.2. Análise Multivariada

Com o objectivo de caracterizar as comunidades relativamente a variações espaco-temporais foi realizada uma análise multivariada, recorrendo ao programa ©Primer 6. Para a realização da análise multivariada os dados foram agrupados por local, e foram construídas tabelas com base nas densidades em número ($n/1000m^2$). De forma a equilibrar a contribuição de todas as espécies foi realizada uma transformação da matriz por raiz quadrada. Assim aos grupos menos dominantes foi dada maior representatividade. Seguidamente foram calculados índices de similaridade através do coeficiente de similaridade Bray-Curtis. Estes foram agrupados de acordo com método de organização multidimensional não métrica (MDS), e de acordo com o método de aglomeração hierárquica (*Cluster analysis*), sob a forma de dendrogramas. O método de MDS agrupa as diferentes amostras num plano bidimensional, onde a distância entre estas está inversamente relacionada com o seu grau de similaridade. Os valores de coeficiente de *stress* em cada análise indicam o grau de robustez da análise. Assim, os

x

que se encontram acima de 0,2 indicam que os resultados são difíceis de interpretar enquanto que valores abaixo de 0,15 são indicativos de uma boa representação (Clark & Warwick, 2001). As diferenças entre os vários grupos de comunidades obtidos foram examinadas a partir da análise de similaridades ANOSIM. A fim de saber quais as espécies que mais contribuem para as diferenças entre locais foram também realizados testes SIMPER (Clarke & Warwick, 2001). A fim de analisar se existia alguma correlação entre as variáveis ambientais (temperatura, profundidade, %O₂, salinidade) e a estrutura das comunidades, foi utilizando o método BIOENV, com base na correlação de Spearman, através da utilização da análise de correlação BEST disponível no software Primer 6. Para a realização deste teste foram criadas: uma matriz de similaridades (Bray-curtis) das densidades de abundância, e uma matriz de similaridade baseada nas distâncias euclidianas, dos parâmetros ambientais.

2.4.4. Curvas Abundância e Biomassa (ABC)

Segundo Warwick (1986), a comparação das curvas cumulativas de abundância e biomassa, e a posição relativa das mesmas, pode indicar o nível de perturbação da área em estudo. Esta análise baseia-se no tipo de espécies que se encontram nos locais. Se a curva de biomassa se sobrepõe á da abundância, significa que existem indivíduos de maior dimensão e em menor número, (espécies-tipo-k) indiciando um local não afectado. Caso ocorra o oposto, e a curva de abundância se situe acima da curva de biomassa, significa que os indivíduos sejam de menor dimensão e em maior número, (espécies-tipo-r) e indicia que se poderá tratar de habitat alterado. Para esta análise foram calculadas tabelas de Densidade de biomassa e abundância dos diferentes locais amostrados. Foram posteriormente realizadas novas curvas ABC tendo sido removida a espécie *Microcosmus exasperatus* da lista de espécies, com o objectivo de retirar a importância desta espécie na biomassa total.

x

3. RESULTADOS

3.1. Análise geral da amostra

Analisando a totalidade das amostragens (Arrasto, Pushnet, Redinha, Murejonas, Tresmalho) realizadas paralelamente ao projecto “Recrutamento de Espécies Piscícolas de Interesse Económico do Estuário do Rio Arade” foram identificados 228 *taxa* num total de 88111 invertebrados epibentónicos, correspondendo a uma biomassa de 262180,7 g. Estes 228 *taxa*, 187 correspondem á espécie, 30 ao género, 11 a um nível superior (Anexo I). A abundância foi dominada pela espécie *Crangon crangon* (17%), sendo seguida pelas espécies *Microcosmus exasperatus* (16,5%), *Ophiura ophiura* (7,3%), *Processa macrophthalma* (6,2%) e *Palaemon serratus* (4%). Por outro lado a biomassa é dominada pela espécie *Microcosmus exasperatus* (30,5%) seguindo-se *Octopus vulgaris* (19,3%), *Carcinus maenas* (10,6%), *Maja squinado* (9,4%) e *Sepia officinalis* (6,2%).

Foram identificadas 147 famílias sendo a abundância dominada pela família Crangonidae (17,6%) enquanto a biomassa foi dominada pela família Pyuridae (30,5%). Quanto ao índice de importância ecológica (IDE) este foi dominado pela família Portunidae (15,9%), seguida pelas famílias Crangonidae (10,5%), Nassariidae (10%) e Pyuridae (8,4%) (Anexo II).

Tabela I – Dados de percentagem de abundância e biomassa (N%, P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%), e arte com que foram capturadas as espécies (A-Arrasto; Pn-Pushnet; R-Redinha; T-Tresmalho; M- murejona) representativas de 90% da FocR%, tendo sido as restantes agrupadas em Outros.

Especies	N%	P%	FocRel%	IRI%	Arte
<i>Crangon crangon</i>	17,10	2,19	6,30	29,51	A-Pn-R
<i>Carcinus maenas</i>	3,90	10,60	5,07	9,11	A-Pn-R
<i>Palaemon serratus</i>	4,07	0,41	4,44	7,57	A-R-Pn
<i>Macropodia rostrata</i>	1,52	0,19	3,94	4,31	A-R-Pn
<i>Processa macrophthalma</i>	6,15	0,78	3,24	6,08	A-Pn
<i>Microcosmus exasperatus</i>	16,57	30,58	3,06	12,04	A-R-Pn
<i>Nassarius reticulatus</i>	3,97	1,08	3,01	4,21	A-R-Pn-M
<i>Diogenes pugilator</i>	2,28	0,24	2,99	3,15	A-R-Pn
<i>Sepia officinalis</i>	0,21	6,20	2,38	1,24	A-R-Pn-T
<i>Polybius vernalis</i>	2,05	0,83	2,36	2,08	A-R-Pn
<i>Ophiura ophiura</i>	7,31	0,83	2,28	4,39	A

x						
	<i>Pisidia longicornis</i>	0,45	0,01	1,81	0,82	A-R-Pn
	<i>Anomia ephippium</i>	0,49	0,34	1,78	0,81	A-PN-R
	<i>Psammechinus miliaris</i>	0,55	0,67	1,61	0,69	A-R-Pn
	<i>Bittium reticulatum</i>	1,43	0,01	1,58	0,95	A-Pn
	<i>Hydrobia ulvae</i>	3,10	0,02	1,43	1,30	A-Pn
	<i>Melicertus kerathurus</i>	0,25	0,26	1,41	0,46	A-Pn
	<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,25	0,16	1,36	0,43	A-R
	<i>Polybius arcuatus</i>	0,37	0,14	1,28	0,42	A-R-Pn
	<i>Gibbula philberti</i>	0,15	0,04	1,26	0,35	A-R-Pn
	<i>Pilumnus hirtellus</i>	0,19	0,04	1,23	0,35	A-R-Pn
	<i>Sicyonia carinata</i>	0,18	0,08	1,23	0,35	A
	<i>Philocheras trispinosus</i>	0,38	0,02	1,18	0,37	A-R
	<i>Nassarius incrassatus</i>	0,34	0,02	1,15	0,34	A-R-Pn-M
	Mysidacea n. id.	3,89	0,11	1,13	1,13	A-Pn
	<i>Nassarius nitidus</i>	0,42	0,19	1,13	0,35	A-R-Pn-M
	<i>Astropecten aranciacus</i>	0,18	0,25	1,10	0,28	A
	<i>Bulla striata</i>	0,55	0,69	1,03	0,32	A-Pn
	<i>Aplysia punctata</i>	0,22	0,43	1,00	0,25	A-PN-R-M
	<i>Haminoea</i> sp.	0,86	0,04	1,00	0,37	A-Pn
	<i>Cerastoderma edule</i>	0,53	0,34	0,90	0,26	A-Pn
	<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,17	0,02	0,90	0,19	A-R-Pn
	<i>Ostrea edulis</i>	0,35	1,68	0,85	0,21	A-R-Pn-T
	<i>Natica vittata</i>	0,10	0,04	0,83	0,15	A
	<i>Pleurobranchaea meckelii</i>	0,10	0,12	0,83	0,15	A
	<i>Rissoa membranacea</i>	2,90	0,01	0,83	0,62	A-Pn
	<i>Spisula subtruncata</i>	1,22	0,16	0,80	0,33	A
	<i>Calyptrea chinensis</i>	0,12	0,01	0,78	0,14	A-Pn
	<i>Nassarius pygmaeus</i>	1,69	0,06	0,78	0,38	R
	<i>Praunus flexuosus</i>	2,30	0,02	0,75	0,46	Pn
	<i>Turritella communis</i>	0,64	0,06	0,75	0,21	A-Pn
	<i>Maja squinado</i>	0,06	9,35	0,73	0,12	A-T
	<i>Anilocra physodes</i>	0,26	0,00	0,70	0,14	A-PN-R
	<i>Octopus vulgaris</i>	0,04	19,31	0,70	0,10	A-R-T-M
	<i>Mytilus</i> spp.	1,22	0,95	0,68	0,26	A-R-Pn
	<i>Loligo subulata</i>	0,07	0,09	0,65	0,09	A-R
	<i>Paphia aurea</i>	0,15	0,03	0,65	0,10	A-Pn
	<i>Nassarius vaucheri</i>	0,21	0,01	0,60	0,10	A-R
	<i>Paramysis nouveli</i>	1,42	0,01	0,58	0,23	Pn
	<i>Spiropagurus elegans</i>	0,06	0,03	0,58	0,07	A-R
	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0,62	0,27	0,55	0,13	A
	<i>Cymbium olla</i>	0,05	2,89	0,55	0,07	A-T
	<i>Gibbula cineraria</i>	0,11	0,02	0,55	0,07	A
	<i>Phallusia mammillata</i>	0,04	0,12	0,55	0,07	A-R-Pn
	<i>Corbula gibba</i>	0,48	0,03	0,53	0,11	A
	<i>Inachus dorsettensis</i>	0,09	0,07	0,53	0,07	A-R

x					
<i>Modiolarca subpicta</i>	0,15	0,00	0,53	0,07	R-Pn
<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	0,03	0,15	0,50	0,05	R
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,45	1,54	0,48	0,09	A-Pn
<i>Philocheras monacanthus</i>	0,13	0,00	0,48	0,06	A
<i>Pitar rudis</i>	0,20	0,04	0,48	0,06	A
<i>Thoralus cranchii</i>	0,04	0,00	0,48	0,05	A-R-Pn
<i>Pagurus cuanensis</i>	0,03	0,01	0,43	0,04	A
<i>Abra spp.</i>	0,30	0,07	0,40	0,06	A
<i>Echinocardium cordatum</i>	0,10	0,06	0,40	0,04	A
<i>Philine aperta</i>	0,09	0,01	0,40	0,04	A-R-Pn
<i>Abra prismatica</i>	0,10	0,01	0,38	0,04	A
<i>Aglaja tricolorata</i>	0,04	0,03	0,35	0,03	A
<i>Calliactis parasitica</i>	0,05	0,08	0,33	0,02	A
<i>Chamelea gallina</i>	0,06	0,01	0,33	0,03	A-R
<i>Holothuria cf tubulosa</i>	0,04	2,10	0,33	0,02	A
<i>Chamelea striatula</i>	0,03	0,01	0,30	0,02	A
<i>Crassostrea gigas</i>	0,25	0,39	0,30	0,03	A-T
<i>Polybius puber</i>	0,03	0,06	0,30	0,02	A-M
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,02	0,02	0,28	0,02	A
<i>Hexaplex trunculus</i>	0,02	0,22	0,28	0,02	A
<i>Alicia mirabilis</i>	0,02	0,02	0,25	0,01	A
<i>Chlamys varia</i>	0,03	0,05	0,25	0,01	A
Outros	3,44	1,96	9,84	0,30	

3.2. Variação dos parâmetros

Os parâmetros % O₂ (p=1,9) e temperatura (p=4,2) não apresentam resultados significativos, ou seja não é demonstrada a existência de correlações entre os parâmetros e a estruturação das comunidades. Quanto aos parâmetros salinidade e profundidade é possível observar a existência de uma correlação com a composição e organização das comunidades estudadas (Tabela II).

Tabela II – Valores do coeficiente de correlação de Spearman (r) e nível de significância (p) entre as coordenadas dos pontos resultantes da análise MDS em relação aos valores dos parâmetros encontrados nos diferentes locais (A0,A1,A2,A3,A4) e momentos de amostragem.

Parâmetro	R	p
Profundidade	0,501	0,01
Salinidade	0,354	0,01
Conjunto	0,539	0,01

x

3.2.1. Espacial

Ao analisar a representação gráfica da variação dos parâmetros ao longo dos pontos de amostragem, é possível observar que a salinidade e a % de O₂ diminuem nos locais mais a montante, e que o inverso acontece com a temperatura. Sendo os valores mais altos de temperatura observados nos locais de Pn1 Pn2 e PnVinf. Por seu lado a profundidade varia bastante ao longo do estuário, sendo os maior valores observado nos pontos de amostragem A01 (9,82m), A13 (10,19) e A23 (9,26).

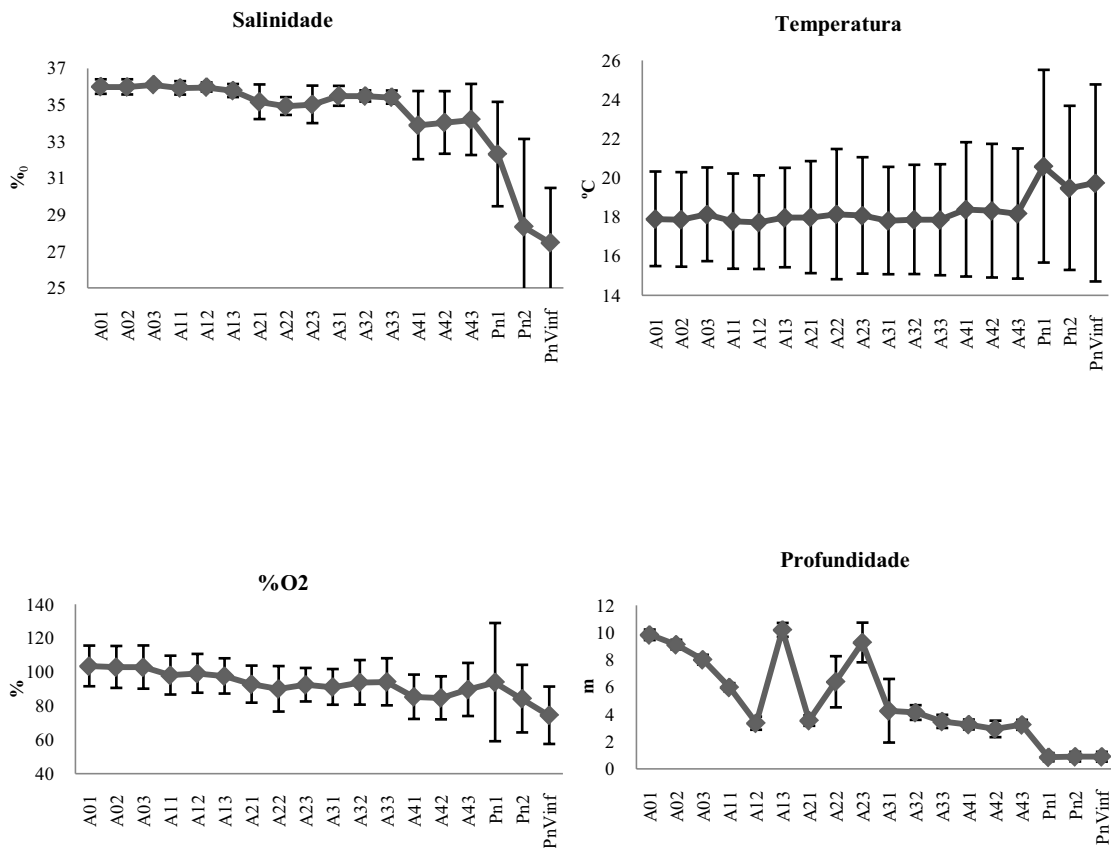


Figura 4 – Representação gráfica da variação dos parâmetros físico-químicos (Profundidade (m), Salinidade, Temperatura (°C) , %O₂) ao longo dos locais de amostragem.

x

3.2.2. Sazonal

Os parâmetros de salinidade e temperatura apresentam valores mais altos nos meses de Verão e valores mais baixos nos meses de Inverno. A % de O₂ diminui nos meses de Verão de 2004 voltando a apresentar uma diminuição após Janeiro de 2005. Figura (5).

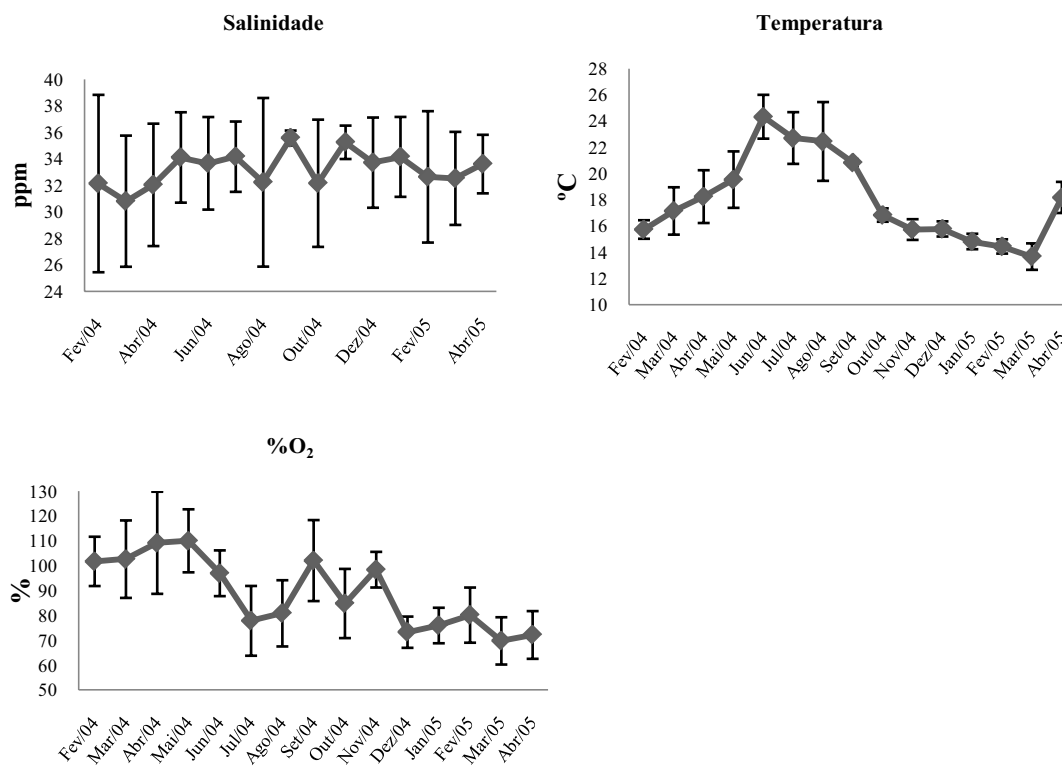


Figura 5 – Representação gráfica da variação dos parâmetros físico-químicos (Salinidade, Temperatura, %O₂) ao longo dos meses de amostragem.

3.3. Análise da amostragem por arrasto

3.3.1. Análise da captura

Durante o período de amostragem foram realizados 180 arrastos, tendo sido capturados 56726 indivíduos com uma biomassa correspondente de 171026,84 g. Foram identificados 199 taxa. A espécie *Microcosmus exasperatus* apresenta-se como dominante de abundância (24,7%), biomassa (44,9%) e do IRI% (44,4). Sendo a frequência de ocorrência dominada pela espécie *Processa macrophthalma* (4,5%) e *Macropodia rostrata* (4,1%) (Tabela III).

x

Tabela III – Dados de abundância e biomassa (N, N%, P (g), P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%); relativos as espécies representativas de 90% da FocR%, sendo as restantes agrupadas em Outros.

Especie	N	N%	P	P%	Foc %	IRI%
<i>Processa macrophthalma</i>	4890,00	8,62	1950,12	1,14	4,51	8,90
<i>Macropodia rostrata</i>	1228,00	2,16	410,90	0,24	4,10	1,99
<i>Crangon crangon</i>	5618,00	9,90	2623,52	1,53	3,68	8,52
<i>Ophiura ophiura</i>	6436,00	11,35	2177,55	1,27	3,31	8,44
<i>Nassarius reticulatus</i>	3351,00	5,91	2678,00	1,57	3,27	4,94
<i>Diogenes pugilator</i>	1915,00	3,38	600,06	0,35	3,20	2,41
<i>Microcosmus exasperatus</i>	13996,00	24,67	76793,04	44,90	3,16	44,41
<i>Polybius vernalis</i>	1787,00	3,15	2155,04	1,26	3,01	2,68
<i>Palaemon serratus</i>	693,00	1,22	413,64	0,24	2,93	0,87
<i>Carcinus maenas</i>	1355,00	2,39	15160,14	8,86	2,41	5,47
<i>Pisidia longicornis</i>	346,00	0,61	30,81	0,02	2,22	0,28
<i>Sepia officinalis</i>	130,00	0,23	3961,16	2,32	2,14	1,10
<i>Anomia ephippium</i>	375,00	0,66	767,34	0,45	2,11	0,47
<i>Psammechinus miliaris</i>	450,00	0,79	1494,53	0,87	1,92	0,65
<i>Melicertus kerathurus</i>	210,00	0,37	680,99	0,40	1,88	0,29
<i>Ocenebra erinaceus</i>	192,00	0,34	337,84	0,20	1,80	0,20
<i>Sicyonia carinata</i>	147,00	0,26	184,71	0,11	1,77	0,13
<i>Polybius arcuatus</i>	301,00	0,53	344,92	0,20	1,69	0,25
<i>Astropecten aranciacus</i>	155,00	0,27	653,16	0,38	1,58	0,21
<i>Philocheas trispinosus</i>	317,00	0,56	47,78	0,03	1,50	0,18
<i>Pilumnus hirtellus</i>	153,00	0,27	96,37	0,06	1,43	0,09
<i>Bulla striata</i>	465,00	0,82	1742,60	1,02	1,39	0,52
<i>Gibbula philberti</i>	104,00	0,18	88,08	0,05	1,39	0,07
<i>Nassarius incrassatus</i>	253,00	0,45	55,36	0,03	1,32	0,13
<i>Nassarius nitidus</i>	352,00	0,62	464,70	0,27	1,24	0,22
<i>Natica vittata</i>	86,00	0,15	90,73	0,05	1,17	0,05
<i>Pleurobranchaea meckelii</i>	84,00	0,15	303,01	0,18	1,17	0,08
<i>Aplysia punctata</i>	177,00	0,31	992,38	0,58	1,13	0,20
<i>Spisula subtruncata</i>	1065,00	1,88	400,65	0,23	1,05	0,45
<i>Ostrea edulis</i>	287,00	0,51	3839,42	2,24	1,02	0,56
<i>Calyptrea chinensis</i>	92,00	0,16	15,82	0,01	0,98	0,03
<i>Nassarius pygmaeus</i>	1472,00	2,59	148,87	0,09	0,98	0,53
<i>Turritella communis</i>	555,00	0,98	155,71	0,09	0,98	0,21
<i>Nassarius vaucheri</i>	186,00	0,33	15,70	0,01	0,86	0,06
<i>Cerastoderma edule</i>	355,00	0,63	608,88	0,36	0,83	0,16
<i>Loligo subulata</i>	57,00	0,10	228,39	0,13	0,83	0,04
<i>Paphia aurea</i>	125,00	0,22	63,23	0,04	0,83	0,04
<i>Spiropagurus elegans</i>	51,00	0,09	89,37	0,05	0,83	0,02
<i>Inachus dorsettensis</i>	81,00	0,14	185,42	0,11	0,75	0,04
<i>Maja squinado</i>	42,00	0,07	17880,47	10,45	0,75	1,60

x							
	<i>Gibbula cineraria</i>	89,00	0,16	53,61	0,03	0,71	0,03
	<i>Mytilus</i> spp.	1022,00	1,80	2177,32	1,27	0,71	0,44
	<i>Philocheras monacanthus</i>	113,00	0,20	11,52	0,01	0,71	0,03
	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	525,00	0,93	684,81	0,40	0,68	0,18
	<i>Corbula gibba</i>	417,00	0,74	82,29	0,05	0,68	0,11
	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	26,00	0,05	376,59	0,22	0,64	0,03
	<i>Pitar rudis</i>	174,00	0,31	90,02	0,05	0,64	0,05
	<i>Cymbium olla</i>	19,00	0,03	4519,24	2,64	0,60	0,33
	<i>Gibbula umbilicalis</i>	50,00	0,09	34,59	0,02	0,60	0,01
	<i>Phallusia mammillata</i>	27,00	0,05	284,26	0,17	0,60	0,03
	<i>Abra</i> spp.	261,00	0,46	192,82	0,11	0,56	0,07
	<i>Pagurus cuanensis</i>	24,00	0,04	22,87	0,01	0,56	0,01
	<i>Bittium reticulatum</i>	180,00	0,32	4,58	0,00	0,53	0,03
	<i>Echinocardium cordatum</i>	84,00	0,15	139,19	0,08	0,53	0,02
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	354,00	0,62	3898,74	2,28	0,53	0,31
	<i>Abra prismatica</i>	82,00	0,14	12,08	0,01	0,49	0,01
	<i>Calliactis parasitica</i>	42,00	0,07	218,13	0,13	0,49	0,02
	<i>Aglaja tricolorata</i>	30,00	0,05	85,01	0,05	0,45	0,01
	<i>Chamelea gallina</i>	51,00	0,09	27,41	0,02	0,45	0,01
	<i>Holothuria cf tubulosa</i>	32,00	0,06	5329,90	3,12	0,45	0,29
	<i>Modiolarca subpicta</i>	41,00	0,07	1,15	0,00	0,41	0,01
	<i>Philine aperta</i>	66,00	0,12	20,58	0,01	0,41	0,01
	<i>Polybius puber</i>	22,00	0,04	47,33	0,03	0,41	0,01
	<i>Alicia mirabilis</i>	14,00	0,02	41,58	0,02	0,38	0,00
	<i>Cerastoderma glaucum</i>	20,00	0,04	43,77	0,03	0,38	0,00
	<i>Chlamys varia</i>	24,00	0,04	75,33	0,04	0,34	0,01
	<i>Hexaplex trunculus</i>	13,00	0,02	581,65	0,34	0,34	0,02
	<i>Chamelea striatula</i>	26,00	0,05	22,11	0,01	0,30	0,00
	<i>Monodonta lineata</i>	18,00	0,03	34,40	0,02	0,30	0,00
	<i>Nucula nucleus</i>	22,00	0,04	5,55	0,00	0,30	0,00
	<i>Paguristes oculatus</i>	20,00	0,04	117,69	0,07	0,30	0,01
	<i>Parvicardium exiguum</i>	35,00	0,06	20,54	0,01	0,30	0,00
	<i>Aporrhais pespelecani</i>	38,00	0,07	31,01	0,02	0,26	0,00
	<i>Chlamys flexuosa</i>	18,00	0,03	22,22	0,01	0,26	0,00
	<i>Nassarius elatus</i>	16,00	0,03	7,56	0,00	0,26	0,00
	<i>Octopus vulgaris</i>	7,00	0,01	6126,56	3,58	0,26	0,19
	<i>Pandora inaequalvis</i>	27,00	0,05	3,47	0,00	0,26	0,00
	Outros	2763,00	4,87	4648,95	2,72	9,81	0,21

x

3.3.1.1. Representatividade da Amostra

A amostragem com o Arrasto de vara evoluiu de forma a obtenção de uma curva assintótica onde é observada uma estabilização a partir da 40^a amostragem. Sendo observadas menos espécies novas a partir desta amostragem.

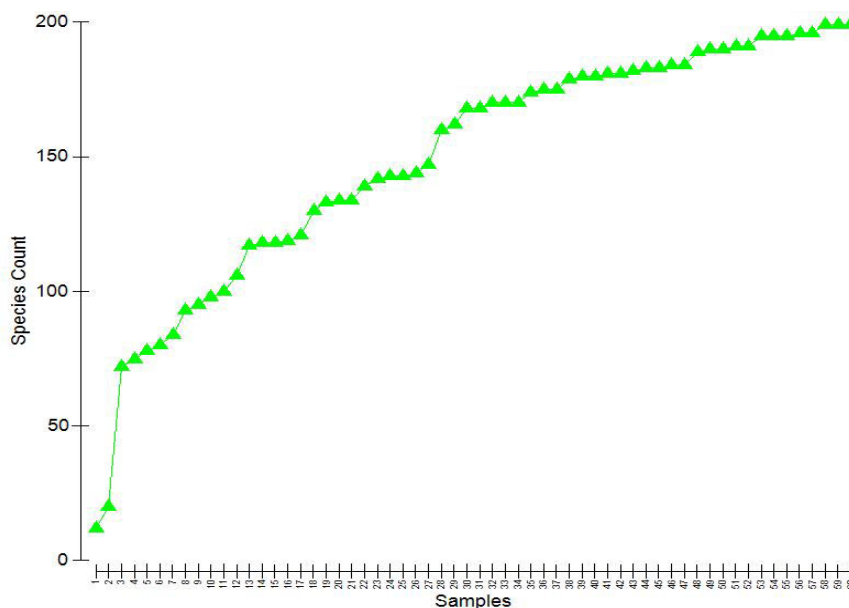


Figura 6 – Curva cumulativa das espécies identificadas ao longo das amostragens.

3.3.2. Variação da abundância e da biomassa

3.3.2.1. Variação sazonal

Na generalidade, as variações de abundância são acompanhadas directamente por variações de biomassa. O mês de Maio apresentou os valores mais baixo de densidade da abundância ($339,6/1000m^2$) e de densidade da biomassa ($752,4g/1000m^2$), enquanto os meses Fevereiro e Junho dominaram respectivamente na abundância ($1769,1ind/1000m^2$) e na biomassa ($2539,3 g/1000m^2$).

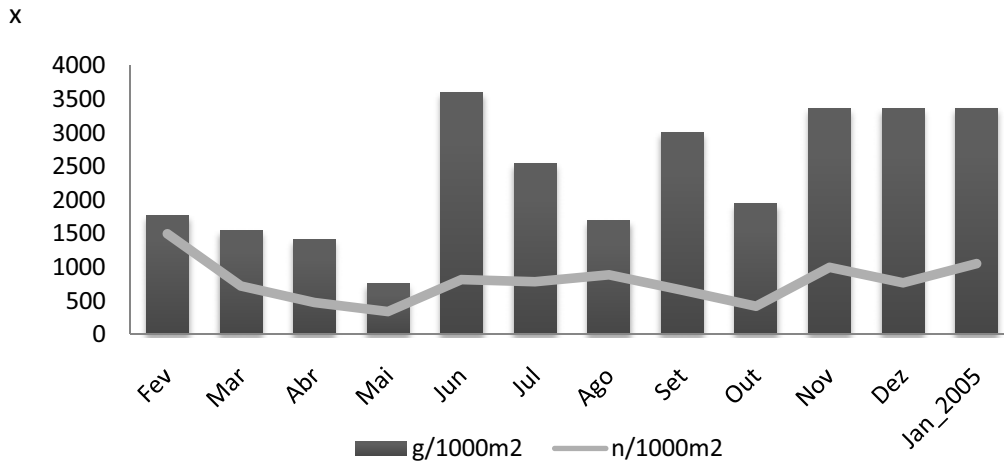


Figura 7 – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período de amostragem, utilizando o Arrasto de vara.

3.3.2.2. Variação espacial

O local A2 domina a abundância (44%), seguido do A3 (25%). Os valores de biomassa são mais equilibrados, dominando o local A3 (38%), seguido pelo A2 (28%). Constata-se que os locais A2 e A3 representam mais de 60% da abundância e da biomassa total observadas. O ponto de amostragem A22 apresenta a abundância ($2676,4/1000m^2$) e a biomassa ($4951,6 g/1000m^2$) mais elevadas, sendo ponto A11 o que apresenta menor biomassa ($142,7 g/1000m^2$) e abundância ($129,2/1000m^2$)

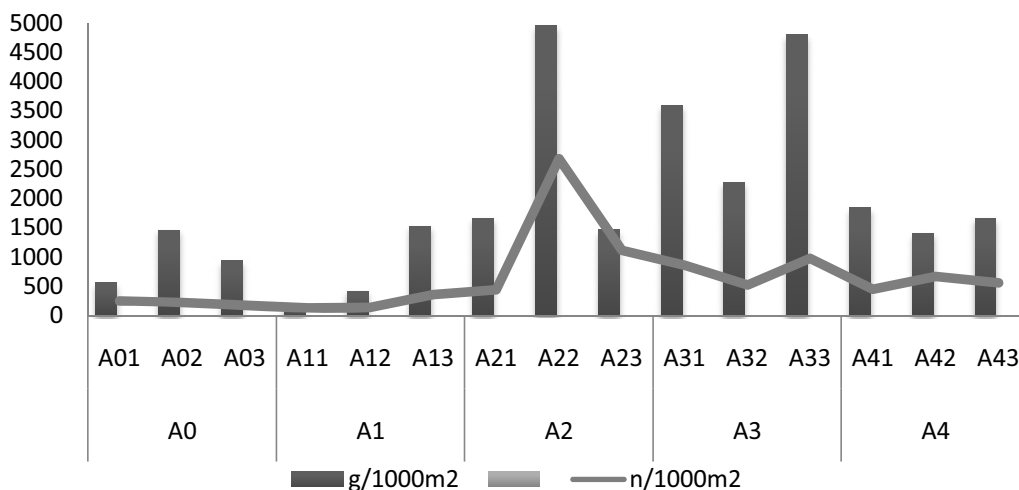


Figura 8 – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo dos pontos de amostragem, utilizando o Arrasto de vara.

x

3.3.3. Análise sazonal

A espécie *Microcosmus exasperatus* apresenta dominância em todas as estações do ano, existe uma variação das restantes espécies com maior importância ao longo das estações. Durante o Verão e o Outono a importância da espécie *Microcosmus exasperatus* aumenta, sendo também maior o número de espécies representativas de 90% do IRI%. Durante a Primavera e o Inverno o número de espécies representativas de 90% do IRI diminui, assim como a importância da espécie *Microcosmus exasperatus*. (Tabela IV)

Tabela IV – Representação das espécies referentes a aproximadamente 90% das do Índice de importância relativa (IRI%) em cada uma das estações do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno), as restantes espécies estão agrupadas em Outros.

Primavera		Verão	
Espécies	IRI%	Espécies	IRI%
<i>Microcosmus exasperatus</i>	35,26696	<i>Microcosmus exasperatus</i>	53,48871
<i>Processa macrophthalma</i>	21,60444	<i>Processa macrophthalma</i>	11,05013
<i>Crangon crangon</i>	11,98973	<i>Ophiura ophiura</i>	7,81373
<i>Polybius vernalis</i>	5,713167	<i>Nassarius reticulatus</i>	4,483214
<i>Nassarius reticulatus</i>	4,757523	<i>Diogenes pugilator</i>	2,670491
<i>Carcinus maenas</i>	3,503282	<i>Macropodia rostrata</i>	2,073262
<i>Sepia officinalis</i>	2,901126	<i>Sepia officinalis</i>	1,726379
<i>Diogenes pugilator</i>	2,526229	<i>Ostrea edulis</i>	1,555481
<i>Palaemon serratus</i>	2,16818	<i>Polybius vernalis</i>	1,509939
		<i>Maja squinado</i>	1,472996
		<i>Anomia ephippium</i>	1,20139
		<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,965484
Outros	9,569359	Outros	9,988801

Outono		Inverno	
Espécies	IRI%	Espécies	IRI%
<i>Microcosmus exasperatus</i>	49,19669	<i>Microcosmus exasperatus</i>	29,24951
<i>Ophiura ophiura</i>	13,19291	<i>Crangon crangon</i>	23,37971
<i>Macropodia rostrata</i>	5,136124	<i>Carcinus maenas</i>	17,23807
<i>Polybius vernalis</i>	5,063108	<i>Ophiura ophiura</i>	8,353107
<i>Maja squinado</i>	3,184741	<i>Nassarius reticulatus</i>	6,645963
<i>Processa macrophthalma</i>	2,625945	<i>Processa macrophthalma</i>	3,982345
<i>Carcinus maenas</i>	2,304834	<i>Diogenes pugilator</i>	1,767422
<i>Nassarius reticulatus</i>	2,052714		
<i>Diogenes pugilator</i>	2,038613		
<i>Crangon crangon</i>	1,748324		
<i>Mytilus spp.</i>	1,663094		
<i>Psammechinus miliaris</i>	1,326852		
<i>Polybius arcuatus</i>	1,202067		
Outros	9,263981	Outros	9,383873

3.3.4. Análise Espacial

No local A0 foram capturados 3863 indivíduos, distribuídos por 53 *taxa*, e com uma biomassa de 17809,67g. Este local é dominado pela espécie *Processa macrophthalma*, apresentando esta os valores mais elevados de abundância (41,9%), Foc% (10,8%) e de IRI% (40,4%). A espécie *Maja squinado* foi a que apresentou a biomassa mais elevada (37,0%).

Quanto ao local A1, neste o número de indivíduos capturados foi de 3750, representando uma biomassa total de 12299,1 g. Foram identificados 73 *taxas*. Tal como no local A0 a espécie *Processa macrophthalma* apresenta dominância na abundância (49,7%), na Foc% (7,9%) e no IRI% (57,1%). A biomassa é dominada pelo género *Holothuria* (23,0%+ 15,9%).

O local A2 apresentou um total de 25282 indivíduos, divididos por 153 *taxa*, correspondendo a uma biomassa de 48311,971 g. Neste local a espécies com maior IRI% (43,320%) foi *Microcosmus exasperatus*, dominando também a biomassa (47,850%). A espécie *Ophiura ophiura* dominou a abundância local (23,080%).

O local A3 é claramente dominado pela espécie *Microcosmus exasperatus*, apresentando estes valores elevados de abundância (64,0%), biomassa (77,6%), Foc% (6,0%) e IRI% (82,3%). Neste local fora identificados 79 *taxa*, correspondendo a 14184 indivíduos amostrados e a uma biomassa de 64265,08 g. Na figura 9 pode observar-se que somente 3 espécies são representativas de 89,9% do IRI% total deste local.

A zona de amostragem A4 é dominada pela espécie *Crangon crangon* (35%), apresentando a espécies *Carcinus maenas* um IRI% muito semelhante (33%). A abundância mais alta pertence a espécies *Crangon crangon*. A biomassa mais elevada pertencente ao género *Mytilus* (*galoproviciallis*, *edulis*). Neste local foram capturados 9647 indivíduos, correspondentes a uma biomassa de 28341,01 g. Identificaram-se 89 *taxa*.

x

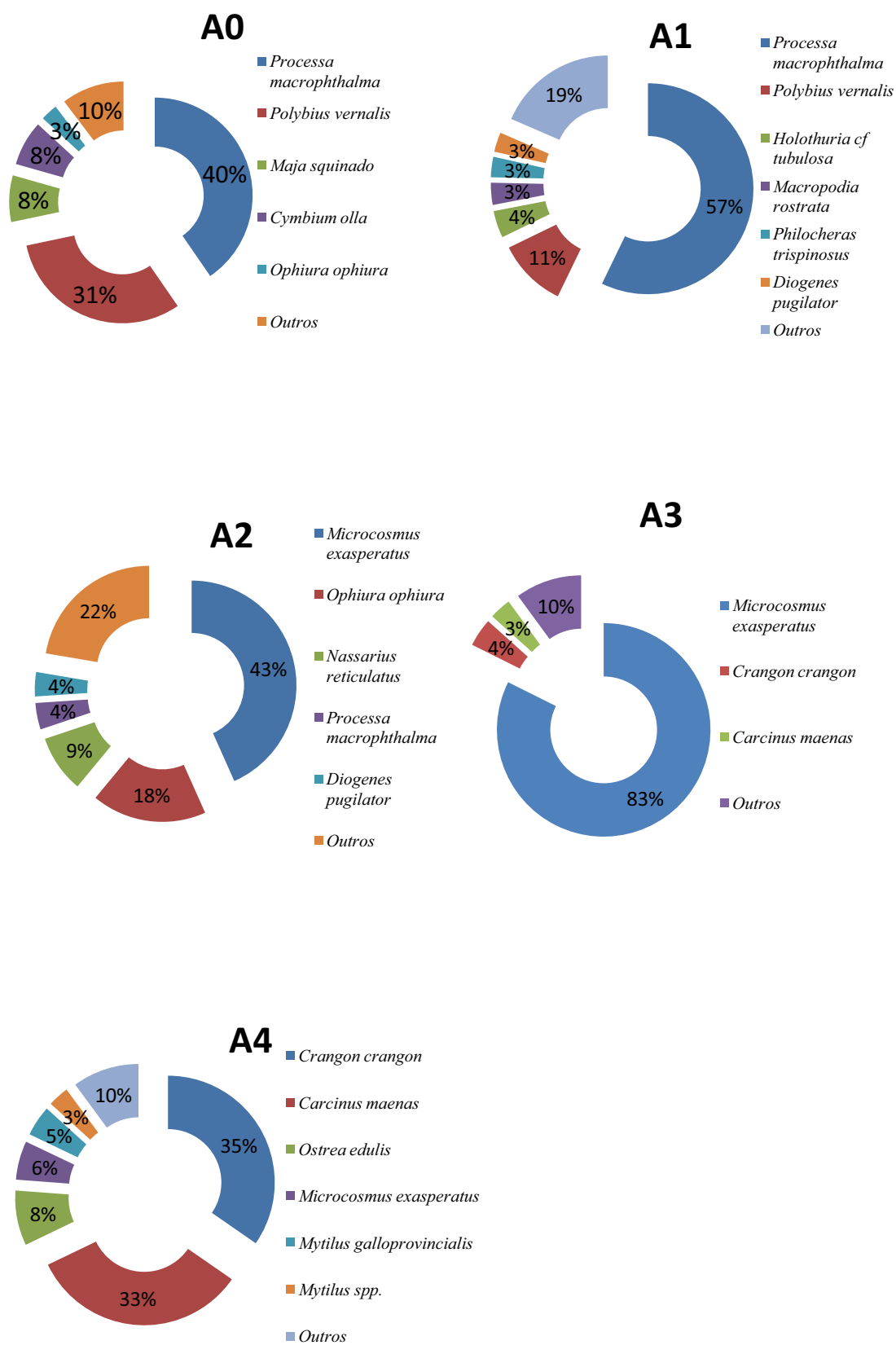


Figura 9 – Composição da amostragem por local, de acordo com o IRI%. Para cada um dos locais foram utilizadas espécies com valores de IRI% iguais ou superiores a 3%, sendo o restante agrupado em Outros.

x

3.3.5. Análise Multivariada

3.3.5.1. Espacial

A análise MDS evidencia a existência de diferenças entre os diferentes locais amostrados (Figura 10), o que é corroborado pela análise ANOSIM ($r=0,718$ $p=0,001$). Na análise MDS é possível observar uma separação entre os locais A0 e A1, mas quanto a análise ANOSIM estes são os únicos em que não foi observada significância para o teste ($p=0,133$). A maior dissimilaridade é observada entre os locais A0 x A3 ($R=0,941$, $p=0,001$) (Anexo II).

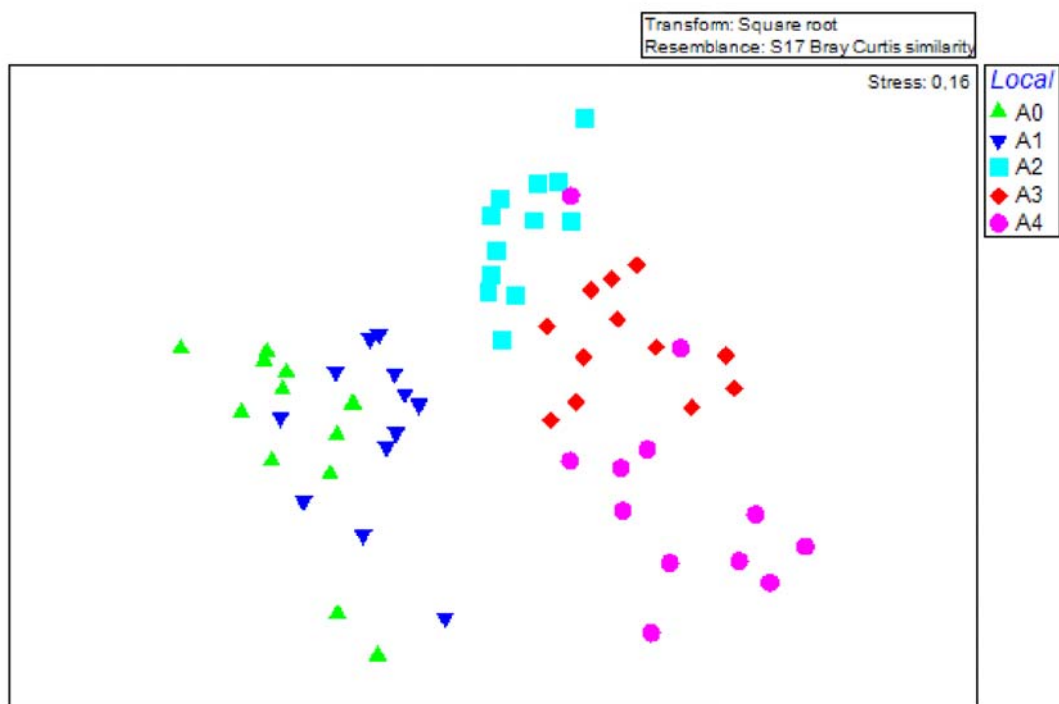


Figura 10 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis da densidade da abundância dos *taxa* capturados pelo arrasto de vara nos locais A0,A1,A2,A3,A4. Valor de stress 0,15.

x

3.3.5.2. Sazonal

Quanto a análise MDS, esta evidenciou a não existência de diferenças significativas entre as diferentes estações do ano (figura 11). O que é corroborado pela análise dos dados ANOSIM. ($p=0,3$ $r=0,065$).

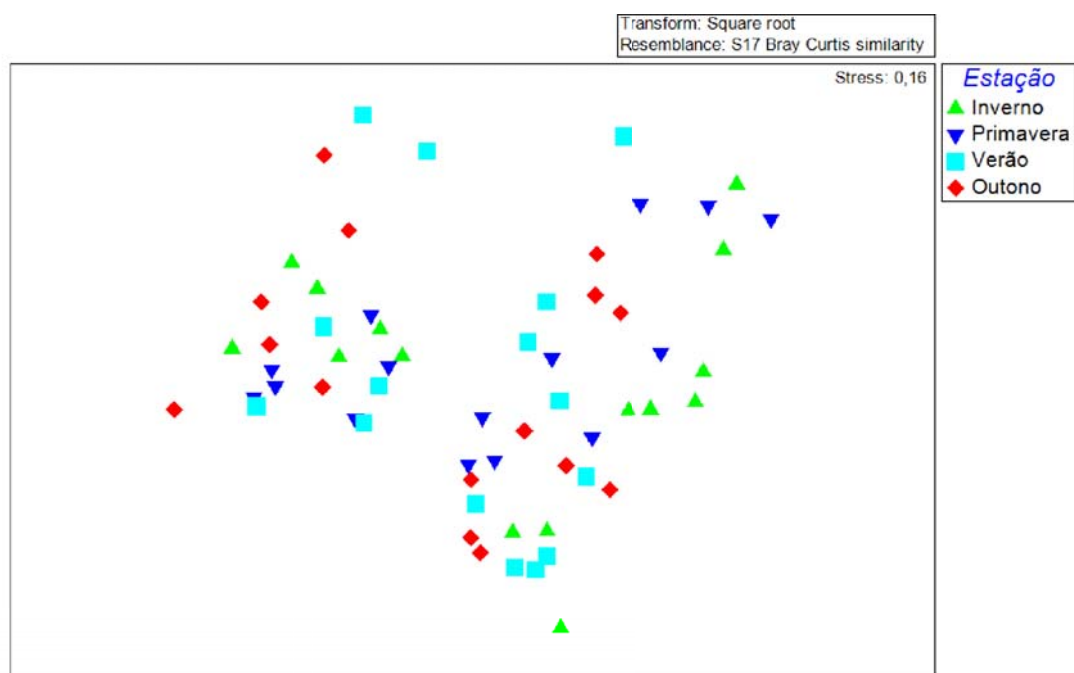


Figura 11 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridades Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pelo arrasto de vara nas diferentes estações do ano. Valor de stress 0,16.

3.3.6. Análise Diversidade

3.3.6.1. Espacial

No local A23 são observados os valores mais altos do índice de Margalef (d) (13,28) e o maior número de espécies capturado (S) (118) sendo seguido pelo A22 (112). Os valores mais baixos de riqueza específica (S) (25) e do índice de Margalef (H') (3,60) são observados no local A11. A zona A2 apresenta-se como dominante na riqueza específica.

x

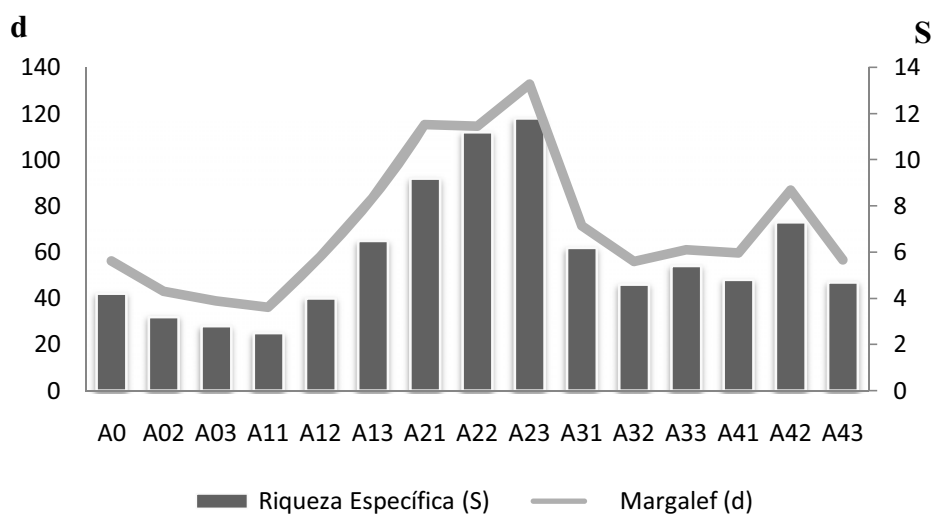


Figura12 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com arrasto de vara.

O índice de Pielou (J') apresenta o seu valor mais alto no local A12 (0,66), sendo o menor valor observado no local A33 (0,36). A diversidade específica (H') apresenta um crescimento gradual até ao local A23, onde atinge o valor mais alto deste índice (2,95), seguidamente dá-se uma diminuição até ao ponto A33 onde se atinge a menor diversidade (1,44). A zona de amostragem A2 domina este índice enquanto a zona A3 representa a menor diversidade observada.

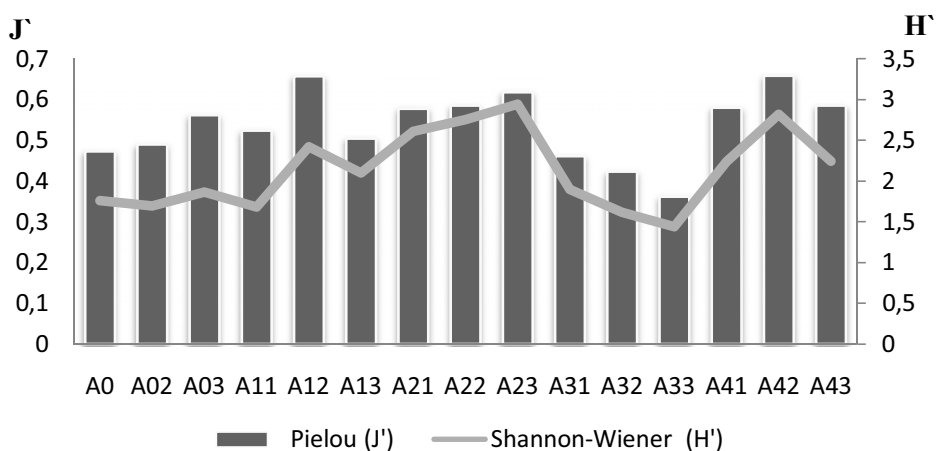


Figura13 – Representação gráfica dos índices de equitabilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com arrasto

x

2.6.2- Sazonal

A riqueza específica e o índice de Margalef não apresentam grandes variações ao longo do período de amostragem, excepto nos meses de Junho e Julho onde apresentam respectivamente o menor ((S=66) (d= 7,17)) e o maior ((S=107) (d= 11,72)) valores em ambas a análises.

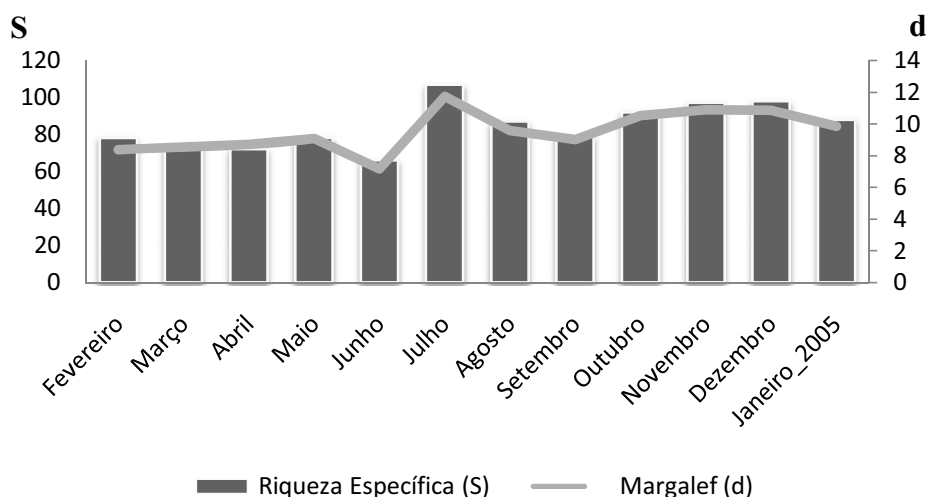


Figura14 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com arrasto.

Os valores de equitabilidade de Pielou e de diversidade de Shannon-Wiener não apresentam grande variabilidade ao longo do período de amostragem. O mês de Julho apresenta-se como com maior índice de Pielou e com o maior valor de diversidade específica.

x

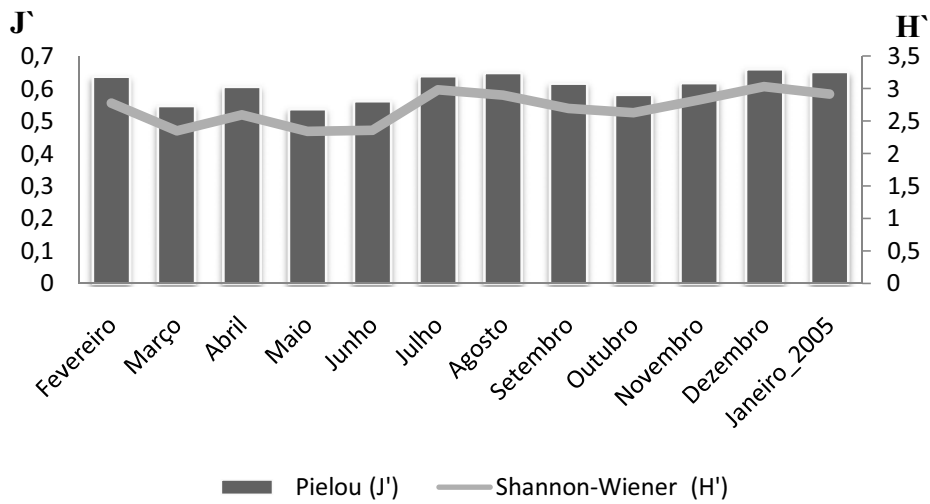
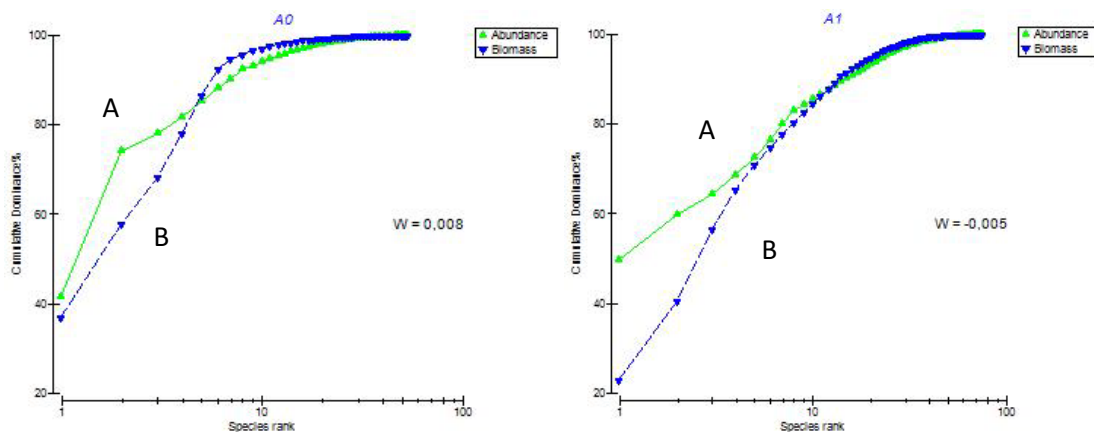


Figura15 – Representação gráfica dos índices de equitabilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com arrasto.

3.3.7. Análise Curvas ABC

Na análise das representações gráficas das curvas ABC, é possível observar uma sobreposição das curva de biomassa em relação a da abundância nos locais A0, A2,A3,A4, somente no local A2 a curva de abundância sobrepõe-se a da biomassa, apresentando um valor W negativo. Há que referir que o resultado de W no local A0 apresenta um valor muito próximo de 0.



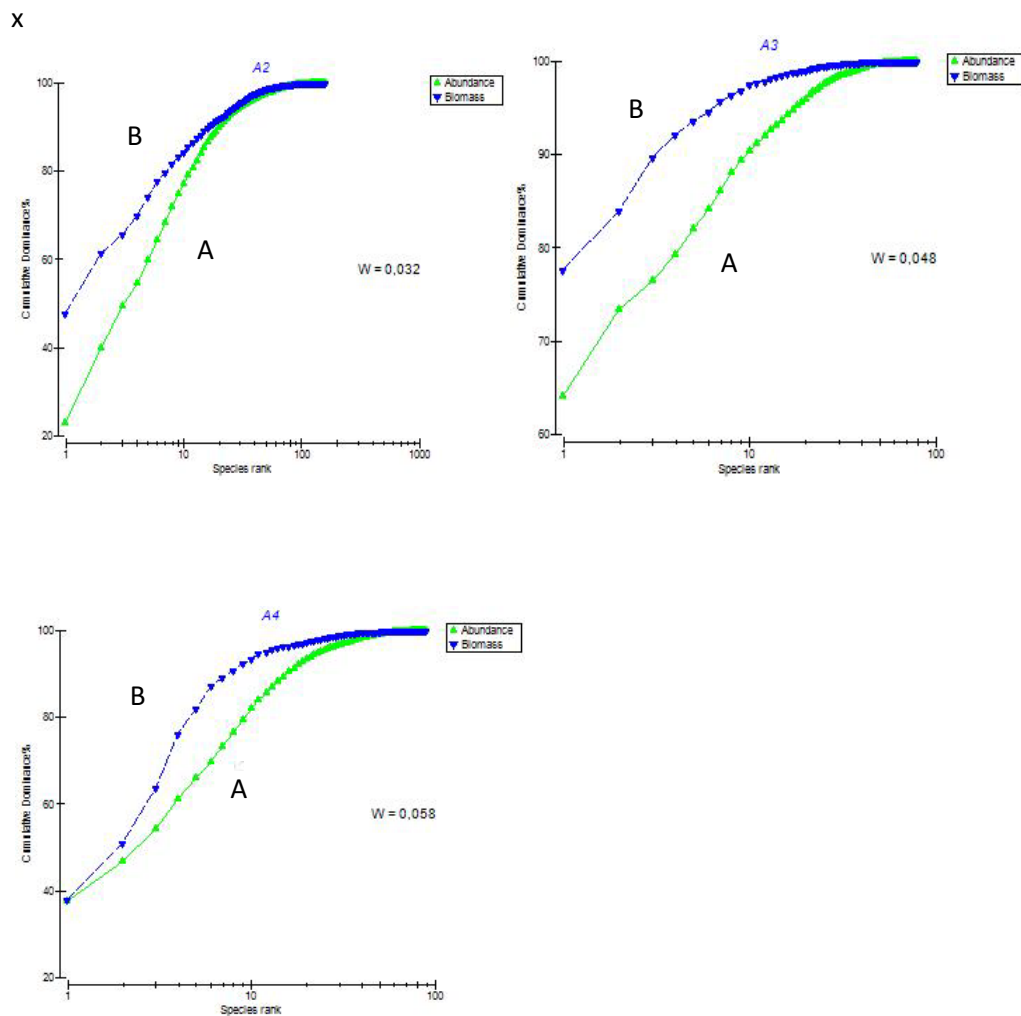


Figura16 – Curvas ABC dos diferentes locais, onde estão representados abundância (A) e Biomassa (B).

3.4. Análise *Pushnet*

3.4.1. Análise da captura

Na amostragem realizada pela *Pushnet* foram capturados 26974 indivíduos, com uma biomassa de 10988,58 g. Nesta amostragem foram identificados 60 *taxas*. O IRI% é dominado pela espécie *Crangon Crangon* (40,6%) apresentando um valor muito próximo da espécie *Carcinus maenas* (40,0%). A Foc% apresenta três espécies com valores muito próximos *Crangon crangon* (15,954%), *Carcinus maenas* (14,1%), *Palaemon serratus* (12,1%). Quanto a abundância esta é dominada pela espécie *Crangon crangon* (32,6%), sendo a biomassa dominada pela espécie *Carcinus maenas* (60,525%) (Tabela V).

x

Tabela V – Dados de abundância e biomassa (N, N%, P (g), P%), frequência de ocorrência relativa (FocR%), Índice de importância relativa (IRI%), relativos as espécies representativas de 90% da FocR%, sendo as restantes agrupadas em Outros (*Pushnet*).

Especies	N%	P%	Foc%	IRI%
<i>Crangon crangon</i>	32,69	26,77	15,95	40,61
<i>Carcinus maenas</i>	5,74	60,53	14,10	40,01
<i>Palaemon serratus</i>	10,37	4,09	12,11	7,50
<i>Hydrobia ulvae</i>	10,05	0,38	6,84	3,05
<i>Bittium reticulatum</i>	3,92	0,25	6,70	1,20
<i>Haminoea</i> sp.	2,77	0,85	5,13	0,79
<i>Mysidacea</i> n. id.	10,77	0,58	5,13	2,49
<i>Rissoa membranacea</i>	9,46	0,20	4,42	1,83
<i>Praunus flexuosus</i>	7,52	0,53	4,27	1,47
<i>Paramysis nouveli</i>	4,63	0,15	3,28	0,67
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,37	0,20	2,85	0,07
<i>Cerastoderma edule</i>	0,38	2,48	1,71	0,21
<i>Macropodia rostrata</i>	0,14	0,09	1,71	0,02
<i>Diogenes pugilator</i>	0,06	0,02	1,28	0,00
<i>Gibbula philberti</i>	0,06	0,06	1,14	0,01
<i>Thoralus cranchii</i>	0,06	0,01	1,14	0,00
<i>Anilocra physodes</i>	0,02	0,00	0,71	0,00
<i>Melicertus kerathurus</i>	0,02	0,02	0,71	0,00
<i>Microcosmus exasperatus</i>	0,06	0,82	0,71	0,03
<i>Nassarius pfeifferi</i>	0,03	0,05	0,57	0,00
Outros	0,88	1,91	9,54	0,03

3.4.2. Variação da abundância e biomassa

3.4.2.1. Variação espacial

Observa-se uma grande diferença entre locais ao nível de abundância. O local Pn2 apresenta a biomassa mais elevada (3405,78 g/1000m²), enquanto o local Pn1 domina a abundância (9119,75 n/1000m²). Os valores de abundância e biomassa mais baixos são observados no local PnVinf (1172,44n/1000m², 1470,43g/1000m²).

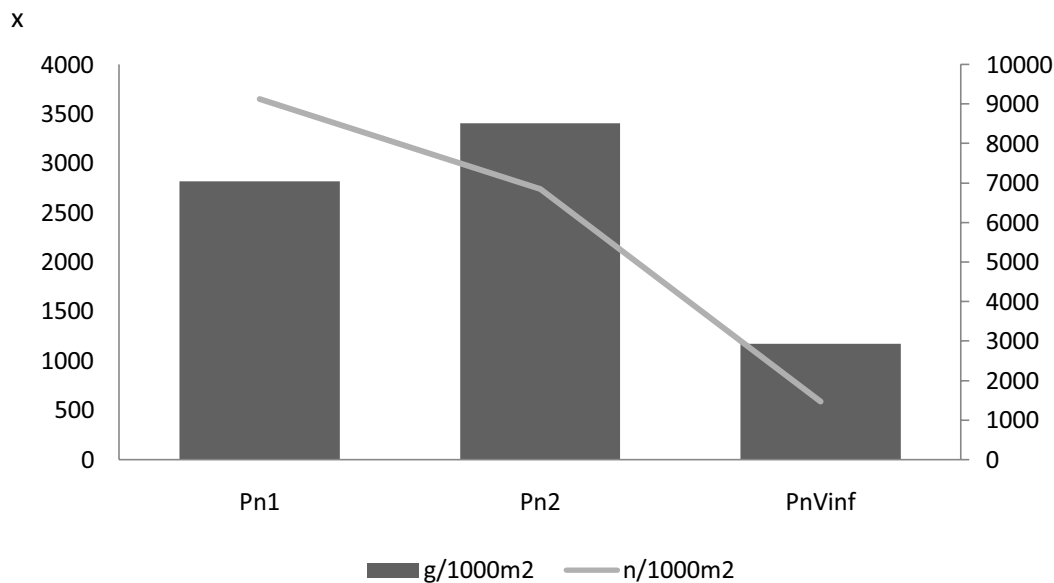


Figura17 – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período dos locais, utilizando a *Pushnet*.

3.4.2.2. Variação Sazonal

Observa-se que as variações de abundância acompanham as variações de biomassa, existindo variações acentuadas ao longo do período de amostragem. O mês de Julho apresenta a biomassa mais elevada ($3466,3 g/1000m^2$). A biomassa mais reduzida é observada no mês de Março 2005 ($86,4 g/1000m^2$). A abundância apresenta ao valor mais elevado no mês de Abril 2005 ($10985,1 n/1000m^2$), sendo o mês de Janeiro 2005 o que apresenta menor abundância ($735,8 n/1000m^2$).

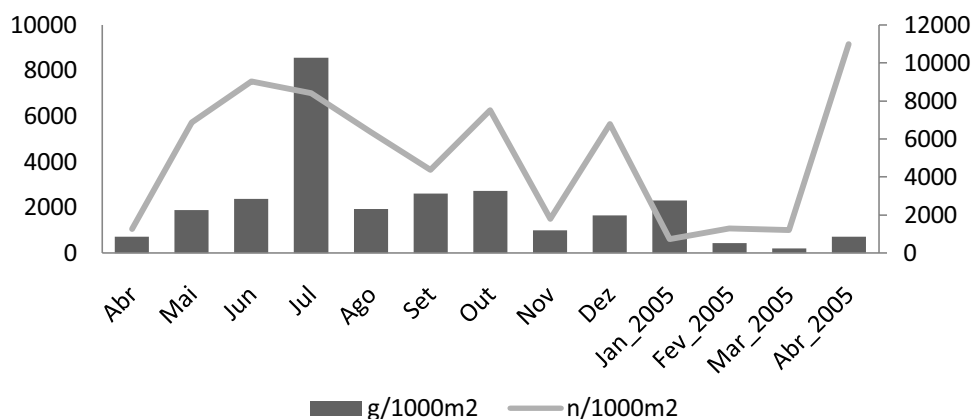


Figura18 – Representação da variação da abundância ($n/1000m^2$) e da biomassa ($g/1000m^2$) ao longo do período de amostragem, utilizando a *Pushnet*.

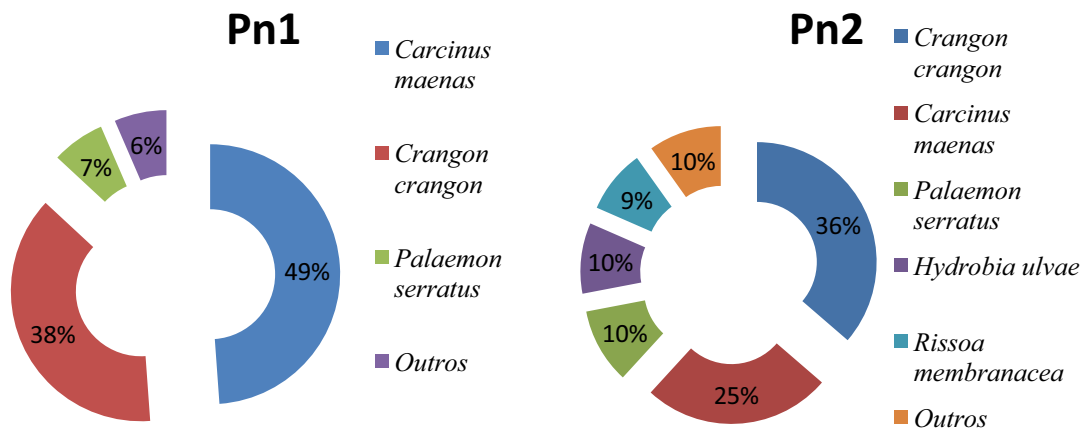
x

3.4.3. Análise Espacial

O local Pn1 a espécie *Carcinus maenas* (48,8%) apresenta-se como dominante do IRI%. Neste local foram capturados 13677 indivíduos distribuídos por 29 taxa, correspondendo a 4028,70 g. A espécie *Carcinus maenas* dominou a biomassa sendo a abundância dominada pela espécie *Crangon crangon* (46,8%). No local PN1 três espécies representam 90% IRI, *Carcinus maenas*, *Crangon crangon* (38,0%), *Palaemon serratus* (6,5%).

Quanto ao local Pn2, este apresenta *Crangon crangon* como espécie dominante do IRI% (36%), biomassa (44,5%) e da FOC% (11,2%) a abundância é dominada pela espécie *Hydrobia ulvae* (20,8 %). Neste local foram capturados 10915 indivíduos, com uma biomassa de 5060,53g e divididos por 49 taxas.

No local PnVinf foram capturados 2382 indivíduos com uma biomassa de 1899,34 g, correspondendo a 25 taxa. A espécie *Carcinus maenas* domina o IRI% (51,4%), sendo abundância dominada pela espécie *Crangon crangon* (50,0%) e a biomassa pela *Carcinus maenas* (87,5%). Neste local as espécies *Crangon crangon* e *Carcinus maenas* representam 90% do IRI%.



x

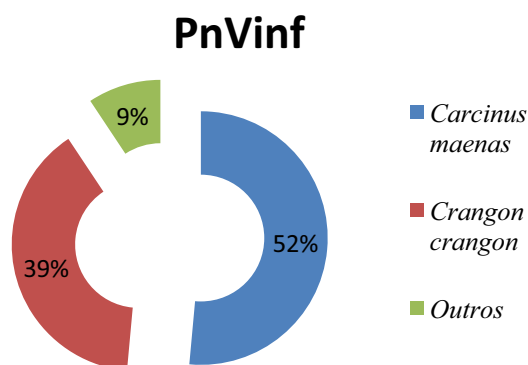


Figura 19 – Composição da amostragem por local (*Pushnet*). Para cada um dos locais foram utilizadas espécies correspondentes a aproximadamente 90% do IRI, sendo o restante agrupado em Outros.

3.4.4. Análise Multivariada

3.4.4.1. Espacial

Na análise da representação MDS e possível observar a existência agrupamentos entre locais. Por outro lado a análise ANOSIM só evidencia diferenças significativas entre os locais Pn2 X PnVinf ($R=0,289$; $p=0,001$).

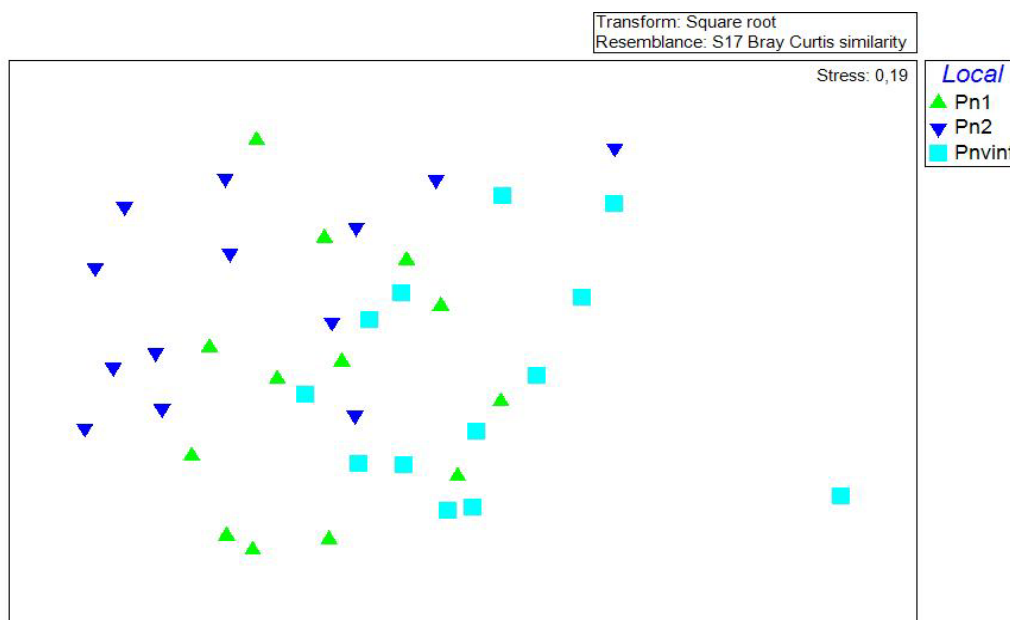


Figura 20 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pelo *Pushnet* nos locais Pn1, Pn2,Pn3 Valor de stress 0,19.

x

3.4.4.2. Sazonal

A análise MDS efectuada aos dados temporais “estação do ano” não evidenciou a existência de uma ordenação particular e agrupamento entre períodos de amostragem, o que não está de acordo com os dados da análise ANOSIM ($R=0,249$, $p=0,001$). É observável uma relação de dissimilaridade entre todas as estações excepto, Primavera X Verão ($R=0,057$; $p=0,19$) e Verão X Outono ($R=0,192$; $p=0,02$) (figura 21).

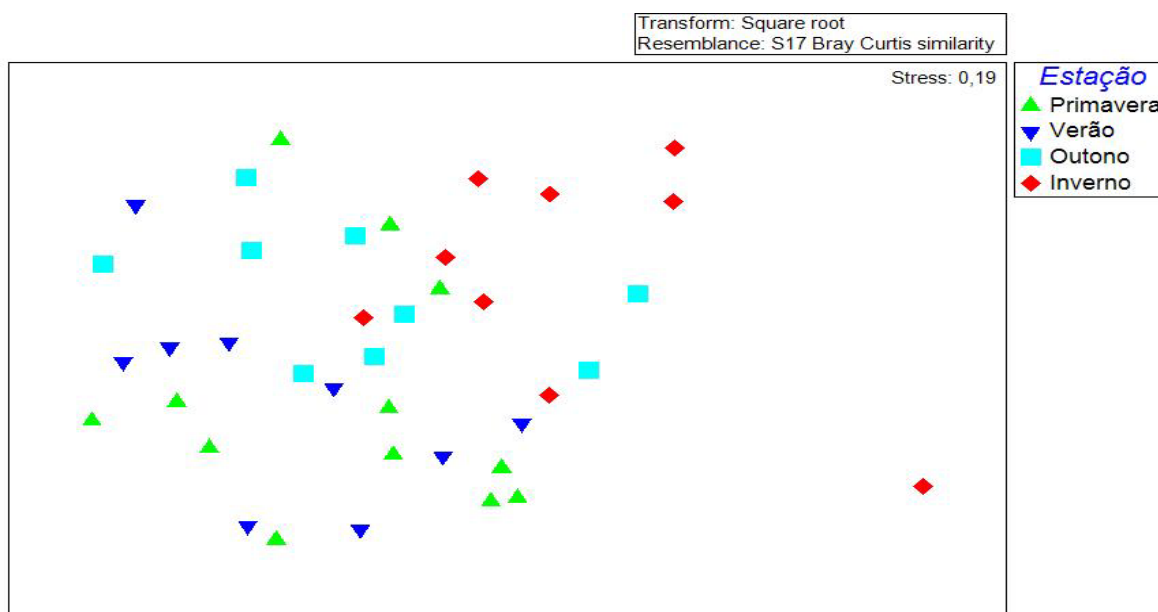


Figura 21 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos *taxa* capturados pela *Pushnet* nas diferentes estações do ano. Valor de stress 0,19.

3.4.5. Análise Diversidade

3.4.5.1. Temporal

O mês de Outubro apresentou os valores mais elevados em ambos os índices, riqueza específica (S), com 26 *taxa* capturados, e Margalef (d) (2,49). Abril e Maio foram os meses em que a riqueza específica foi menor (8), e Maio apresentou o menor valor do índice de Margalef (d) (0,70). Ambos os índices apresentaram um aumento ao quarto mês do período de amostragem, seguindo-se um período de oscilação nos meses de 2005.

x

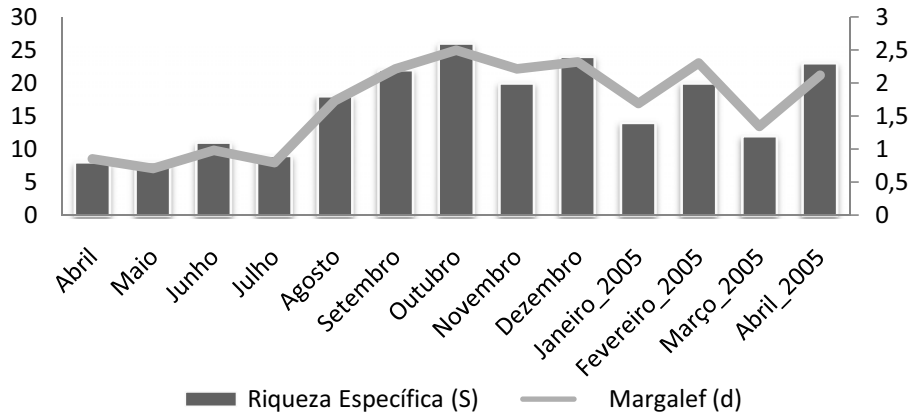


Figura 22 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com *Pushnet*.

Os meses de Janeiro e Fevereiro de 2005 apresentam-se como os com maior equitabilidade entre espécies (J) (0,71), sendo o mês de Abril 2005 o que apresenta o menor valor (J) (0,44). A maior diversidade específica (H') foi observada no mês de Fevereiro de 2005 (2,12), sendo os menores valores observados nos meses Agosto 2004 (1,35), e Março e Abril 2005 (1,38). Em ambos os índices existe uma pequena variação ao longo do período de amostragem, ocorrendo uma diminuição nos meses Abril e Maio 2005

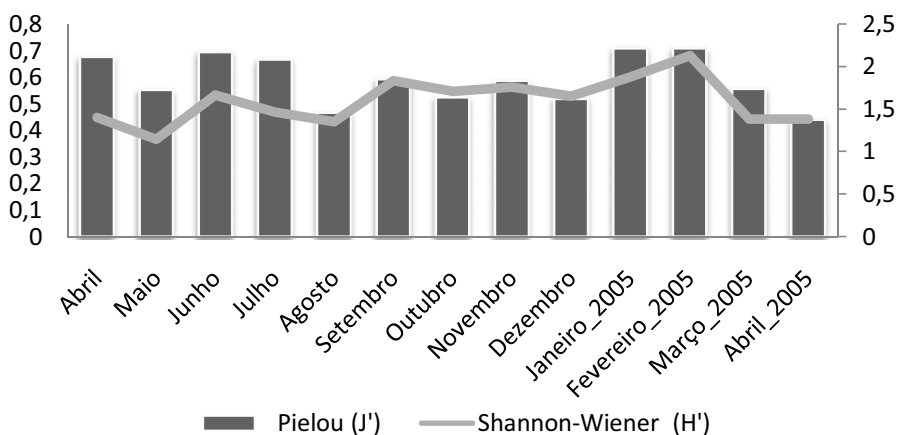


Figura 23 – Representação gráfica dos índices de equitabilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener das amostragens realizadas com *Pushnet*.

x

3.4.5.2. Espacial

A análise de riqueza específica demonstra que o local Pn2 apresenta maior número de espécies, sendo o ponto Pn23 o que apresenta o maior número de espécies capturadas (36). Nos locais Pnvinf1 e Pnvinf2 foram capturadas 13 espécies, sendo este o valor mais baixo de riqueza específica. O índice de Margalef (d) acompanha a riqueza específica, dominando o ponto Pn23 (4,44), e sendo o mais baixo o ponto Pnvinf2 (1,77).

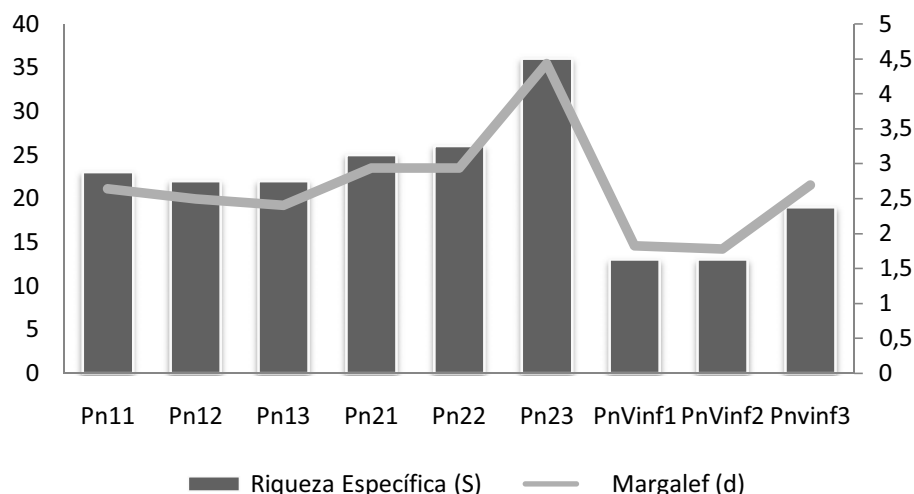


Figura 24 – Representação gráfica dos valores de Riqueza específica e índice de Margalef das amostragens realizadas com *Pushnet*.

O índice de equitabilidade (J) apresenta o valor mais elevado no ponto Pn21 (0,67) enquanto o valor menor é observado no ponto Pn12 (0,55) tendo o ponto Pnvinf3 um valor próximo (0,57). A diversidade específica (H') é dominada pelo local Pn2, sendo o ponto Pn23 o que apresenta um valor mais elevado para este índice (2,35), no local PnVinf observam-se os valores mais baixos de diversidade específica (H').

x

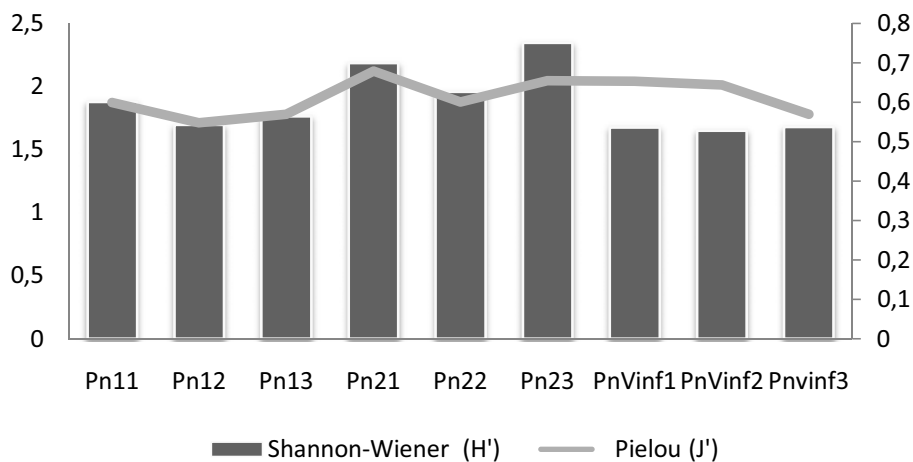


Figura 25 – Representação gráfica dos índices de equatibilidade de Pielou e de diversidade específica Shannon-Wiener ao longo dos pontos de amostragem, realizadas com *Pushnet*.

3.5. Análise Multivariada comparação de Arrasto e *Pushnet*

A análise MDS dirigida aos dois locais (PN e Arrasto) evidenciou ao agrupamento dos locais amostrados com *Pushnet*, e outro agrupamento dos locais amostrados pelo arrasto. Esta observação é corroborada pela análise ANOSIM ($R=0,77$, $p=0,001$) (Anexo I). Nesta análise são observados valores de $R=1$ na comparação dos locais A2xPn1, A2xPn1. É também de realçar que os outros valores de R são próximos de 1, evidenciado dissimilaridades entre os locais, foi observado um valor de R (0,45) mais baixo nos locais A4xPnVinf. Foi também realizada uma análise SIMPER tendo em como objectivo a comparação entre locais, a fim de saber qual a influência das diferentes artes na diferenciação das comunidades de cada local (Anexo II).

x

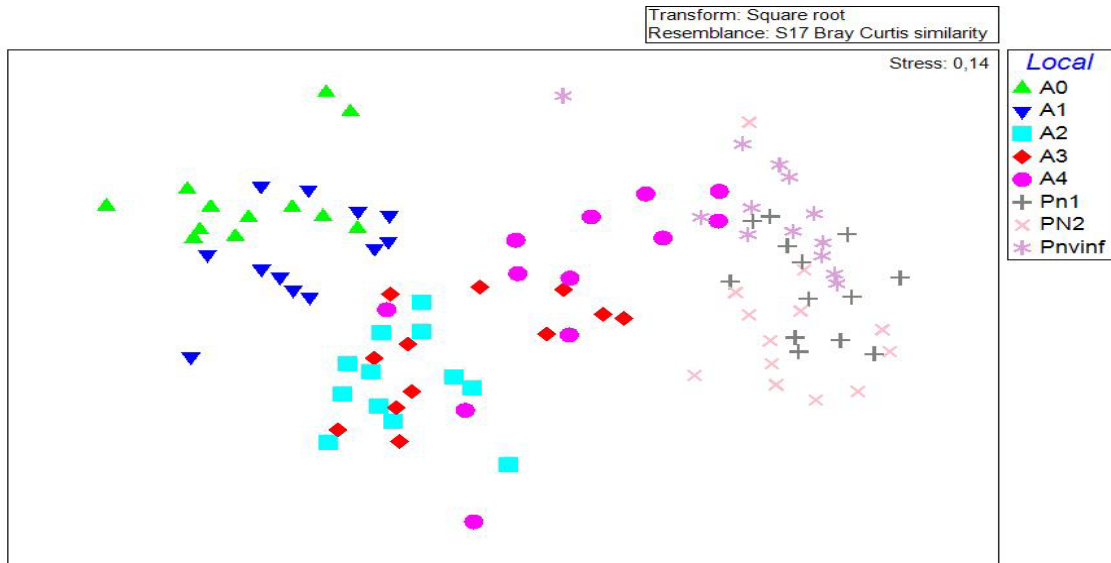


Figura 26 – Análise MDS (ordenação multidimensional não métrica) baseada na similaridade Bray Curtis baseada na abundância dos taxa capturados pelo Arrasto e Pushnet. Com um valor de stress de 0,14.

No caso das duas espécies com maior importância na amostragem geral, é observável uma redução acentuada do número de indivíduos no mês de Abril na zona do canal principal, acontecendo o inverso na zona de sapal.

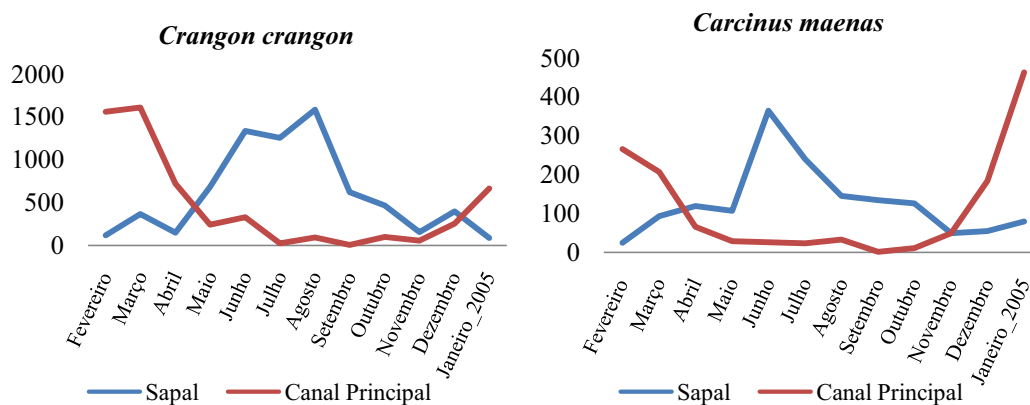


Figura 27. Variação mensal da abundância de *Crangon crangon* e de *Carcinus maenas* nos dois sistemas analisados: sapal e canal principal do estuário do rio Arade.

x

4. DISCUSSÃO

4.1. Caracterização geral da amostra

Os estuários têm vindo a ser alvo de inúmeros estudos, principalmente após a implementação do quadro directiva da água da União Europeia. Direccionando-se muitos destes estudos a comunidades bentónicas.

Em Portugal são poucos os estudos direccionados simplesmente a comunidades de invertebrados epibentónicos, sendo este um dos primeiros a ser realizado. A maioria dos estudos é direccionada às comunidades de infauna bentónica, este facto também foi observado por Reiss *et al.*, (2006) no Mar do Norte.

No estuário do rio Arade foi observada a existência de uma comunidade epibentónica bem estruturada e com uma diversidade elevada, tendo sido identificados 228 *taxa*, distribuídos por 147 famílias. Este facto assume maior importância se for tido em conta o tamanho reduzido deste estuário. Em Portugal existem variados estudos direccionados a comunidades bentónicas, mas o número de *taxas* identificados não é tão elevado como aqui. Sousa *et al.* (2008) identificou 68 *taxa* do estuário do Rio Minho, e o mesmo autor em 2006 identificou 54 *taxa* no estuário do Rio Lima. Já em estuários de maiores dimensões Chainho *et al.*, (2006) identificou 84 *taxa* no estuário do Rio Mondego, enquanto Rodrigues *et al.*, (2006) identificou 68 *taxa* no estuário do Tejo. Um estudo realizado por Almeida *et al.*, (2008) referenciou a identificação de 47 espécies na Ria Formosa.

Na análise geral, ou seja, recorrendo a informação obtida pela conjugação de todas as artes, a espécie *Crangon crangon* apresentou-se como dominante neste estuário, e foi seguida por *Carcinus maenas*, *M. exasperatus* e *Palaemon serratus*. Estas espécies, á excepção de *M exasperatus*, também se apresentam dominância no estudo realizado por França *et al.*(2008) no estuário do rio Tejo.

Segundo Viegas *et al.* (2007) a espécie *C. crangon* domina as comunidades epibentónicas móveis nos estuários do Norte da Europa (eg. Cattrijsse *et al.*, 1994 & 1997). A sua importância é também referida em estudos em Portugal por Costa *et al.* (2001), e por França *et al.* (2008). Esta espécie apresenta uma elevada importância ecológica, Cattrijsse *et al.* (1997) refere-se a esta espécie como sendo uma importante e

x

presa para espécies como *Pomatoschistus microps* e *Dicentrarchus labrax*, e, também um consumidor muito importante. Além da importância ecológica da espécie *Crangon crangon* esta apresenta também importância económica (Viegas *et al.*, 2007).

Sendo o presente trabalho realizado paralelamente ao projecto “Recrutamento de Espécies Piscícolas de Interesse Económico do Estuário do Rio Arade”, onde o principal objectivo era a captura de ictiofauna, as artes de captura utilizadas foram direccionadas a este grupo. A utilização de várias artes, mesmo que algumas não sejam direccionadas a comunidades de invertebrados bentónicos, levou a que fossem amostrados variados tipos de ambientes dentro do estuário, e contribui para uma amostra diversificada e abundante. Existem vários estudos onde são amostradas em simultâneas comunidades de ictiofauna e de invertebrados. (e.g. Edgar *et al.*, 1999; Desmond & Deutschman, 2002; Akin *et al.*, 2003; Bloomfield & Gillanders, 2005). A diversidade de artes utilizadas neste estudo e a não adaptabilidade das mesmas para a amostragem de epibentos causaram dificuldades na análise detalhada dos dados. Assim, foram apenas utilizadas as artes de Arrasto de vara e Pushnet na análise detalhada das comunidades de epifauna, tendo as restantes contribuídas para lista global de espécies identificadas. O arrasto de vara, além da capacidade de captura de ictiofauna, é também utilizado em amostragens de epibentos (Keiser *et al.*, 1994; Dittman, 2000). A utilização da *Pushnet* deve-se à sua capacidade de amostrar em águas pouco profundas (Hiddink *et al.*, 2002) e, por ser uma arte de arrasto serve também para complementar a amostragem em zonas de sapal.

Os parâmetros abióticos recolhidos durante a amostragem evidenciaram as características esperadas num estuário. A percentagem de O₂ dissolvido na água apresentou pouca variação ao longo do estuário, apresentando-se este bem oxigenado. O aumento do número de habitantes de Portimão na altura de Verão leva ao aumento de matéria orgânica em suspensão no estuário, sendo assim explicado os valores de O₂ mais baixos nos meses de Verão. A temperatura do estuário sofreu mais variações sazonais que espaciais. Foi observado um pequeno aumento nos locais mais a montante e uma variação maior nos locais de *Pushnet*. Esta diferença pode ser explicada pela pouca quantidade de água existente nestas zonas. Sazonalmente é possível ver um aumento da temperatura no verão, e uma redução nos meses de inverno, resultante da variação de temperatura da água proveniente do rio. Já a salinidade e a profundidade

x
apresentaram uma diminuição dos valores nos locais mais longe da foz. A pouca variação da salinidade ao longo do ano é consequência da pouca pluviosidade observada durante o período de amostragem.

4.2. Análise das comunidades

É possível observar que a abundância e a composição específica das comunidades apresentaram uma correlação com a profundidade e com o gradiente de salinidade, sendo a conjugação destes dois parâmetros que mais se correlaciona com a organização das mesmas. É conhecida a influência da salinidade na estruturação e organização das comunidades bentónicas ao longo da distribuição longitudinal num estuário. Sendo de esperar que o número de espécies diminua de acordo com a diminuição da salinidade (Cattrijsse *et al.*, 1997; Manino & Montagna, 1997; Ysebaert, *et al.*, 2003), este facto não foi observado neste estuário, possivelmente devido à sobreposição de outro parâmetro ou condicionante não analisados, na distribuição das comunidades. Teske & Wooldridge (2003) referem uma maior importância do tipo de sedimento em relação à salinidade na estruturação das comunidades bentónicas, não sendo também de descorar a importância de outros factores (profundidade, %O₂, Hidrodinamismo) na distribuição dos organismos marinhos destes locais (Freeman & Rogers, 2003; Ysebaert *et al.*, 2003). Assim, as comunidades do estuário do rio Arade podem distribuir-se de acordo com interações diversificadas entre parâmetros.

No presente estudo não foram recolhidas informações sobre o sedimento, existindo somente informação sobre o tipo de substrato de cada local. À medida que a profundidade diminui ao longo do estuário, existe também uma mudança no tipo de substrato, de arenoso nos locais mais próximos da foz para vasoso nos locais mais a montante.

4.2.1. Estruturação espacial

4.2.1.1. Análise de arrasto – Canal principal

No canal principal observou-se uma diferenciação das comunidades epibentónicas, em 4 zonas ao longo do estuário. Dos cinco locais pré-definidos, os dois mais a jusante (A0 e A1) apresentaram pouca variação entre si o que pode ser explicado pela pouca variação dos parâmetros físico-químicos locais. Foi nestes locais que foram

x

também observados os menores valores de abundância e biomassa, tal como os valores mais baixos de riqueza específica. Este facto poderá dever-se ao substrato arenoso e à profundidade e maior hidrodinamismo associado. Os outros locais (A2,A3 e A4) apresentaram dissimilaridades entre si, e principalmente entre eles e A0 e A1.

No local A2 são observados os maiores valores de diversidade, sendo assim possível considerar esta comunidade a mais complexa no estuário (Monteiro Marques, 1987). A abundância local é dominada pela espécie *Ophiura ophiura*, no entanto, a espécie com maior IRI% é a *Microcosmus exasperatus*. O género *Microcosmus* é referenciado pela sua importância na diversidade das comunidades de meiofauna, estando descrita a invasão e colonização desta espécie em marinas e portos (Turon *et al.*, 2007), infra-estruturas que existem no local em estudo. As ascídeas por serem organismos filtradores (Petersen , 2007), tornam possível explicar a importância que estas assumem neste local, devido à existência de muita matéria em suspensão proveniente de actividades antropogénicas ligadas à cidade de Portimão. Por outro lado, a sua importância pode ter sido sobrestimada, pois estes organismos apresentam um peso húmido muito elevado, o que poderá ter influenciado os resultados obtidos. Contudo é no local A3, adjacente a uma ETAR e a uma piscicultura (activa durante o período de amostragem), que esta espécie se apresenta em elevada abundância, o que pode ser justificado pela elevada quantidade matéria em suspensão, como foi anteriormente referido sendo benéfico para estes organismos. Petersen (2007) refere a possibilidade de competição entre ascídeas e mexilhões (*Mytilus* spp). A espécie *Microcosmus squamiger* , uma espécie muito semelhante a *M. exasperatus*, forma densas crostas mono específicas que competem com os organismos nativos, sendo este facto uma ameaça às comunidades do mediterrâneo (Turon *et al.*, 2007). A elevada densidade e o elevado índice de importância relativa observados no local A3, podem ser explicados por competição e dominância desta espécie neste local. A montante (local A4) a importância desta espécie diminui bastante, sendo o *Crangon crangon* a espécie mais representativa. Dado que neste local há uma diminuição observável da salinidade, é possível que este seja o factor estruturante destas comunidades, pois as espécies de crustáceos (*Crangon crangon* e *Carcinus maenas*) são mais tolerantes à variação dos factores ambientais (Freeman & Rogers, 2003).

x

Apesar de ser observável a estruturação de diferentes comunidades ao longo do estuário, não foi possível observar de forma clara uma transição entre o ambiente marinho e o de água doce, ao contrário do observado por Sousa (2007) no rio Minho onde foi claramente observada esta transição. As comunidades encontradas nos pontos de amostragem mais a montante são tipicamente marinhas, sendo encontradas regularmente em ambientes costeiros. Este facto poderá dever-se à pouca pluviosidade observada durante o período de amostragem, que levou a que não fosse observada uma variação acentuada da salinidade ao longo dos pontos de amostragem. Atrill *et al.* (1996) observou uma alteração nas comunidades durante períodos de diminuição da entrada de água doce no rio Tamisa.

Ao analisar os índices de diversidade e equitabilidade é possível observar uma maior variação espacial das comunidades, ao contrário do que foi observado por Akin (2003) no Texas, onde a sazonalidade tinha maior importância que a variação espacial.

4.2.1.2. Análise de *Pushnet* – Sapal

O ambiente de sapal é dominado por um reduzido número de espécies, estando este facto relacionado com a influência das marés nestes locais. As espécies *Carcinus maenas* e *C. crangon* são as que apresentam maior importância, tendo sido também identificadas por França *et al.* (2008) como dominantes numa zona de sapal do estuário do rio Tejo. Cattrijesse *et al.* (1994) referem a importância das zonas de sapal no recrutamento de várias espécies de epibentos, o que explica as variações de abundância observadas nestes locais ao longo do período de amostragem. Um exemplo desta variação é o aumento muito acentuado de abundância a partir do mês de Abril de 2005. Este aumento está ligado ao crescimento do número de indivíduos da espécie *Praunus flexuosus*, *Carcinus maenas* e *C. crangon*. Segundo Viegas *et al.* (2007) é nesta altura que acontece o recrutamento das espécies *C. maenas* e *C. crangon*. Este comportamento reprodutivo pode explicar o aumento da riqueza específica a partir do mês de Julho, pois este é um dos factores que potencialmente poderá influenciar a variação sazonal nos estuários, existindo estudos que demonstram a importância deste factor na ictiofauna estuarina (Thiel & Potter, 2001; Yoklavich, 2001). No trabalho realizado por França *et al.* (2008) é no mês de Maio que se observa o aumento da abundância de *C. maenas* e de *C. crangon*, sendo este facto justificado por este autor

x

como consequência do aumento de alimento disponível e da redução do número de predadores. Ao comparar os resultados com os de Gonçalves *et al.* (2006) é possível observar que existe um aumento do número de peixes neste local ao mesmo tempo que as abundâncias das espécies *C. maenas* e de *C. crangon* também aumenta, não sendo assim provável que este crescimento de abundância se deva à redução de predadores. Mesmo sendo espécie de peixe dominante neste local (*Pomatoschistus microps*), identificada por Cattrijsse *et al.* (1997) como um predador de *C. crangon*.

A dissimilaridade entre os locais Pn2 e PnVinf está provavelmente ligada as diferenças de salinidade observadas. Contudo, a permanência e dominância de *C. maenas* e *C. crangon* em ambos os locais, demonstra a capacidade que estas espécies têm em habitar diferentes ambientes. Nas zonas de sapal, foi observada uma tendência de agrupamento da Primavera com o Verão, e do Outono com o Inverno. Sendo possível diferenciar Primavera - Outono Verão - Inverno. Esta pouca variação entre estações poderá ser explicada pela pouca pluviosidade ocorrida, não sendo observado as características típicas de cada estação durante o período de amostragem.

4.3. Comparação do Canal Principal (Arrasto de Vara) e Sapal (*Pushnet*)

Ao comparando os dois tipos de arte utilizados *Pushnet* e Arrasto de vara, foi verificada a existência de dissimilaridades elevadas entre os locais de Sapal (*Pushnet*) e os locais de Canal principal (arrasto de vara). Estas diferenças poderiam ser explicadas pelas diferenças nos parâmetros físico-químicos observados, mas também pela possibilidade de uma influência das artes de captura que iriam modificar a amostragem das comunidades. Assim, foi realizado um teste SIMPER que além de indicar o nível de dissimilaridade entre locais, refere também as espécies que mais contribuem para esta diferença. Desta forma, foi possível observar que as espécies que mais contribuem para as dissimilaridades são passíveis de ser capturadas pelas duas artes, o que demonstra que a selectividade das artes não é um factor muito importante. Tal como no estudo direccionado a ictiofauna (Gonçalves *et al.*, 2006) é possível observar uma estruturação e organização das comunidades baseadas nos diferentes ambientes que compõem o estuário.

x

Quanto a comparação entre os dois locais relativamente as espécies *C. maenas* e *C. crangon*, é visível uma variação do número de indivíduos no mês de Março, aumentando a abundância na zona de sapal e diminuindo na zona do canal principal. Segundo Cattrijesse *et al.* (1994) e Baeta *et al.* (2005) este aumento de biomassa na zona de sapal pode ser explicado pelo aumento de juvenis. Ao analisar a biomassa média destas espécies neste período do ano é possível observar que esta diminui, sendo assim possível que os indivíduos presentes sejam resultado de recrutamento. (Anexo IV).

4.4. Análise das Curvas ABC

As comunidades bentónicas têm sido referidas como indicadoras do estado ecológico de sistemas costeiros e estuarinos. A análise das curvas é um método de teste utilizado por vários autores na detecção de impactos em zonas estuarinas. Num primeiro teste foi observado, que em grande parte do estuário a biomassa é superior á abundância, o que segundo Clark & Warwick (1994), significa que este local não está afectado pelo impacto antropogénico. No entanto, nos locais mais próximos da foz, onde existe maior troca de água e sendo esperados menos impactos de poluentes, foram observados valores indicativos de zona impactada. Foi realizado novo teste, desta vez sendo retirada das análises a espécie *Microcosmus exasperatus*, dado que esta apresenta um peso húmido muito elevado, levando a que o peso possa estar sobreestimado (Anexo III). Desta vez foram observados valores muito diferentes dos anteriores, passando a abundância a ter um peso muito mais importante, indiciando que poderá existir algum impacto neste estuário.

Um estudo realizado por Piló (2007) na Ria Formosa evidenciou que este teste não se revelou claro, tendo sido obtidos resultados inconclusivos, o mesmo aconteceu com outros autores (e.g. Beukema, 1988; Weston, 1990). Assim, é visível a importância que algumas espécies poderão ter nos resultados deste teste, tal como é referido por Warwick & Clarke (1994) é necessário ter algum cuidado ao analisar os dados destes testes, quando as espécies em causa não são poliquetas. Desta forma não é possível analisar se existe ou não um impacto no estuário do Rio Arade, sendo para isso necessário realizar um estudo direccionado nessa área.

x

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um dos primeiros estudos direccionados a epifauna epibentónica em Portugal, sendo assim de elevada importância. O facto de terem sido identificados 228 *taxa* torna indiscutível a importância ecológica das comunidades epibentónicas do estuário do Rio Arade. Aqui foi observada uma elevada diversidade de espécies, que se organizam de forma diferente ao longo do estuário, criando assim comunidades com diferentes particularidades. Foram assim identificadas 4 zonas no canal principal, mais 2 nas zonas de sapal, tendo todas características e estando organizadas de formas diferentes. Os factores físico-químicos que mais se relacionam com a estruturação das comunidades são a profundidade e salinidade, faltando saber qual a influência de outros factores nesta organização.

A utilização do arrasto de vara mostrou ser um método de amostragem de epifauna bastante fiável, permitindo amostrar uma área bastante elevada e uma variedade grande de organismos. Quanto a *Pushnet*, também se mostrou como uma arte que terá utilidade na amostragem de zonas de menor profundidade. As restantes artes utilizadas não permitem concluir se foi realmente amostrada toda a zona a que se direccionavam.

Junto ao cais comercial (A2) foi observada a maior diversidade, riqueza específica e abundância do estuário, sendo a zona a jusante da ponte A22 (PnVinf) a que apresenta menos abundância biomassa e riqueza específica.

A espécie *Crangon crangon* apresenta-se como dominante do estuário, sendo também de realçar a importância principalmente ao nível de biomassa das espécies *Microcosmus exasperatus*, e sendo possível que esta tenha elevada importância na fixação e organização das comunidades do estuário.

Apesar deste estudo contribuir para o aumento do conhecimento de uma zona de elevada importância ecológica como é o estuário do Rio Arade, será imperativo complementar os estudos já realizados, de forma a serem cumpridos os requisitos da *Water Frame Directive* para que seja obtido um patamar “bom” de qualidade ecológica dos corpos de água até 2015 (Borja *et al.*, 2003). A definição deste “status” depende da avaliação da qualidade de elementos, hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos, sendo estes últimos de extrema importância (Borja *et al.*, 2004).

x

É de elevada importância diversificar ainda mais as formas de amostragem de organismos, permitindo assim ter uma melhor noção das distribuições das comunidades. Complementar o conhecimento existente com estudos direccionados ás relações tróficas entre comunidades também será importante, podendo observar-se a contribuição que a macrofauna epi e endobentónica têm nas comunidades de ictiofauna, e de que forma estas são influenciadas pelos peixes deste estuário.

Dado que os resultados das curvas ABC não foram conclusivos será importante amostrar as comunidades de endobentos de forma saber se existe ou não impacto nas zonas do estuário.

x

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, C. (2004). Caracterização da Macrofauna Associada a Substratos Moveis no Algarve Central. Estagio de Licenciatura. Universidade Algarve, Faro.pags
- Almeida, C., Coelho, C.; Silva, M.; Bentes, L.; Monteiro, P.; Ribeiro, J.; Erzini, K.; Gonçalves, J.M.S.(2008). Use of different intertidal habitats by faunal communities in a temperate coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 80: 357–364.
- Atrill, M.J., Rundle, S.D., Thomas, R.M. (1996). The influence of Drought-Induced Low Freshwater Flow on an Upper-Estuarine Macroinvertebrate Community. *Wat.Res.* Vol.30 No. 2, 261-268.
- Akin, S., Winemiller, K. O., Gelwick, F.P. (2003). Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 269–282.
- Baeta, A., Cabral H.N., Neto, J.N., Marques, J.C., Pardal, M.A.(2005). Biology, population dynamics and secondary production of the green crab *Carcinus maenas* (L.) in a temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65 : 43-52.
- Beck, M.W., Odaya, M.(2001). Ecoregional planning in marine environments: identifying priority sites for conservation in the northern Gulf of Mexico. *Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst.* 11: 235–242
- Beukema, J. J. (1988). An evaluation of the ABC-method (abundance/biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Marine Biology* 99: 425–433.
- Bloomfield, A. L., Gillanders, B. M. (2005). Fish and invertebrate assemblages in seagrass, mangrove, saltmarsh, and nonvegetated habitats. *Estuaries* 28 (1): 63-77.
- Borja, A., Franco, J., Valencia, V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M.J., Solaun, O. (2004). Implementation of the European water framework directive from the

x

- Basque country (northern Spain): a methodological approach. *Marine Pollution Bulletin* 48: 209–218.
- Borja, A.; Muxika, I., Franco, J.(2003). The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46: 835–845
- Cattrijsse, A. ,Makwaiá, E.S., Dankwa, H.R.,Hamerlynck, O., Hemminga, M.A.(1994). Nekton communities of an intertidal creek of a European estuarine brackish marsh. *Marine Ecology Progress Series*. 109(2-3): 195-208.
- Cattrijsse, A., Dankwa, H. R., Mees, J. (1997). Nursery function of an estuarine tidal marsh for the brown shrimp *Crangon crangon*. *Journal of Sea Research* 38: 109-121.
- Cattrijsse, A., Hampel, H. (2006). European intertidal marshes: a review of their habitat functioning and value for aquatic organisms. *Marine Ecology Progress Series*. 324: 293–307.
- Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Lane M.F., Dauer, D.M., Costa, M.J. (2006). Seasonal and spatial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River, Portugal – a poikilohaline estuary-*Hydrobiologia* 555: 59–74.
- Chicharo, M.A., Chicharo, L.M., Galvao, H., Barbosa, A., Marques, M.H., Andrade, J.P., Esteves, E., Miguel, C., Gouveia, I.(2001). Status of the Guadiana Estuary (south Portugal) during 1996-1998: An ecohydrological approach. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 4:1 73-89
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (1994). *Change in marine Communities (An Approach to statistical analysis and interpretation)*. Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK. pp 173.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. Plymouth, P RIMER-E.

x

- Costa, M.J., Catarino, F., Bettencourt, A.(2001). The role of salt marshes in the Mira estuary (Portugal). *Wetlands Ecology and Management* 9: 121–134.
- d’Acoz, C.U. (2003). Tromso Museum. University of Tromso. Departement of Zoology University of Tromso “www.tmu.uit.no” acedido em 2008.
- Day J. W., Hall C. A. S., Kemp, W. M., Yáñez-Arancibia, A.(1989). Estuarine ecology Wiley-Interscience.
- Desmond, J. S., Deutschman, D. H., Zedler, J.B.(2002). Spatial and temporal variation in estuarine fish and invertebrate assemblages: Analysis of an 11-year data set. *Estuaries*. 25(4A) : 552-569.
- Dittmann S. (2000). Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Australia, *Journal of Sea Research* 43: 33–51.
- Edgar, G. J., Barrett, N. S., Last, P.R.(1999). The distribution of macroinvertebrates and fishes in Tasmanian estuaries. *Journal of Biogeography*. 26 (6): 1169-1189.
- Farinha, J.C. & Trindade, A.(1994). Contribuição para o Inventário e Caracterização das Zonas Húmidas em Portugal Continental. Publicação Medwet/Instituto da conservação da Natureza.186pp.
- Fernandes, D., Porte, C., Bebianno, M.J.(2006).Chemical residues and biochemical responses in wild and cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.).
- Ferreira.J.G,(2005). Monitoring Plan for Portuguese Coastal Waters: Water Quality and Ecology. INAG/IMAR. 38, 68 pp.
- França S., Pardal, M.A., Cabral, H.N.(2008). Mudflat nekton assemblages in the Tagus estuary (Portugal): distribution and feeding patterns. *Scientia Marina* 72(3), 591-602.
- Freeman, S.M., Rogers,S.I.(2003). A new analytical approach to the characterization of macro-epibenthic habitats: linking species to the environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 749–764.
- Fuji, T. (2007). Spatial patterns of benthic macrofauna in relation to environmental variables in an intertidal habitat in the Humber estuary, UK: Developing a tool for

x

estuarine shoreline management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75: 101-119

Gamito, S. (2008). Three main stressors acting on the Ria Formosa lagoonal system (Southern Portugal): Physical stress, organic matter pollution and the land-ocean gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77: 710-720

Gonçalves, J. M. S., Machado, D., Veiga, P., Bentes, L., Monteiro, P., Ribeiro, J., Coelho, R., Afonso C., Almeida C., Ruano M., Oliveira F., Corado M., Abecasis D., Erzini K. (2006). Recrutamento de Espécies Piscícolas de Interesse Comercial do Estuário do Rio Arade.

Haedrich, R.L. 1983. *Estuarine Fishes*. Cap. 7. In: *Ecosystems of the World*, Vol. 26 - *Estuaries and Enclosed Seas* (Ketchum, B., ed.), pp. 183-207.

Hiddink, J.G., Marijnissen, S.A.E., Troost, K., Wolff, W.J. (2002). Predation on 0-group and older year classes of the bivalve *Macoma balthica*: interaction of size selection and intertidal distribution of epibenthic predators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 269 : 223– 248.

Holme, N.A. & McIntyre, A.D. (1984). *Methods for the study of marine benthos*. IPB Handbook n°16. Blackwell Scientific Publishing. London. 334pp.

Instituto Portuario do Sul (IPS) (2002), *Estudo da Navegabilidade do Rio Arade Entre Portimão e Silves*. Volume 1.pags

Keiser M.J., Rogers, S.I., McCandless, D.T. (1994). Improving quantitative surveys of epibenthic communities using a modified 2 m beam trawl. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 106: 131-138.

Knox, G.A. (1986). *Estuarine Ecosystems: a systems Approach Volume I*. CRC Press, inc. Boca Raton, Florida pp. 2-?.

Lalli, C.M. & Parsons, T.R. (1993). *Biological Oceanography: An introduction*. Pergamon Press. Oxford. 301 pp.

x

Lefeuvre J.C., Laffaille, P., Feunteun, E., Bouchard, V., Radureau, A. (2003). Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *C. R. Biologies* 326: 125-131

Leite, A.M.; Gil, D.B.; Viegas, J.A. & Metelo, M.B.(1986). Definição e classificação das categorias das artes de pesca. Instituto Nacional de Investigação das Pescas. Publicações avulsas nº10. 81pp.

Macfarlane, G.R, Booth,D.J.(2000). Estuarine Macrobenthic Community Structure in the Hawkesbury River, Australia: Relationships with Sediment Physicochemical and Anthropogenic Parameters. *Centre for Ecotoxicology, University of Technology, Sydney, Westbourne St.* Magurran, A.E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall. London.167pp.

Mann, K.H. (2000). Ecology of Coastal Waters With implications for management. Blackwell Science.Abingdon 31pp.

Mannino, A., Montagna, P.A. (1997). Small-Scale Spatial variation of Macrobenthic Community Structure- Estuaries 159-173 pp.

Marques, M.A.L.N. (2004). Influência da salinidade ao longo do Rio Arade, na distribuição dos foraminiferos bentônicos. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas.

Mclusky, D.S.(1971). Ecology of estuaries. 2nd ed. - Heinemann Educations Books, Lda. 114pp.

McLusky, D.S.(1989). *The Estuarine Ecosystem*, 2nd ed. Blakie Academic & Professional, London, 21.

Mclusky, D.S., Elliott, M.,(2006). Transitional waters: A new approach, semantics or just muddying the waters? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 71:359-363

Monteiro Marques, V.M.A. (1987). A plataforma continental do Algarve: definição qualitativa das biocenoses de substrato móvel. Lisboa. Instituto Hidrográfico, 203 pp.

Nybakken, J.W.(1988). Marine Biology an ecological approach. 2nd edition. Harper & Row, Publishers, New York. 340- pp.

x

- Odum, E.P. (1971). *Fundamentos de Ecologia*. 6ª ed. - Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 927 pp.
- OUCT (1989). *Seawater – it's composition, properties and behavior*. Butterworth Heinemann. The Open University. Oxford U.K.168pp.
- Peter, R. T., Wooldridge, T.H.(2003). What limits the distribution of subtidal macrobenthos in permanently open and temporarily open/closed South African estuaries? Salinity vs. sediment particle size. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 225-238 pp.
- Petersen J.K. (2007). Ascidian suspension feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 127–137
- Piló, D. (2007). Impacto da ETAR de Faro-Noroeste nas comunidades bentónicas da Ria Formosa. Tese de Mestrado em Biologia Marinha Especialização em Ecologia.
- Reiss, H., Kröncke, I., Ehrich, S. (2006). Estimating the catching efficiency of a 2-m beam trawl for sampling epifauna by removal experiments. *Journal of Marine Science*, 63: 1453-1464.
- Rodil, I.F, Cividanes, S., Lastra, 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., Gama, A., Quintino, V. (2006). Spatial patterns of benthic macroinvertebrates in intertidal areas of a Southern European estuary: the Tagus, Portugal. *Hydrobiologia* 555:99–113
- Sousa, R., Dias, S., Freitas, V., Antunes, C. (2008). Subtidal macrozoobenthic assemblages along the River Minho estuarine gradient (north-west Iberian Peninsula). *Marine. Freshwater. Ecosystem*. 18: 1063–1077
- Tait, R.V., Dipper, F.A. (1998). *Elements of Marine Ecology*. 4th edition Butterworth Heinemann, Oxford. 300-301 pp.

x

- Teske, P. R., Wooldridge, T. H. (2003). What limits the distribution of subtidal macrobenthos in permanently open and temporarily open/closed South African estuaries? Salinity vs. sediment particle size. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 225–238
- Thiel, R., potter, I.C. (2001). The ichthyofaunal composition of Elbe Estuary: an analysis in space and time. *Marine Biology* 138:603- 616.
- Turon, X., Nishikawa, T, Rius, M. (2007). Spread of *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342:185–188
- Viegas, I., Martinho, F., Neto, J., Pardal, M.(2007). Population dynamics, distribution and secondary production of the brown shrimp *Crangon crangon* (L.) in a southern European estuary. Latitudinal variations. *Scientia Marina*. 71(3): 451-460
- Warwick, R.M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92: 557–562.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R. (1994). Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic conditions. *Marine Biology* 118: 739-744.
- Weston, D.P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series* 61:233-244
- Wiegert, R. G., Pomeroy, L.R., Wiebe, W.J. 1981. *Ecology of a Salt Marsh: An Introduction* in: The ecology of a salt marsh (Pomeroy, L.R. & Wiegert, R.G., Eds.) *Springer-Verlag*. New York. 3-16 pp.
- Withlatch, R. B. (1977). Seasonal Changes in the Community Structure of the Macrobenthos Inhabiting the Intertidal Sand and Mudflats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biology. Bulletin.*, 152: 275-294.
- Yamada, K., Hori, M., Tanaka, Y., Hasegawa, N., Nakaoka, M.(2007). Temporal and spatial macrofaunal community changes along a salinity gradient in seagrass

x

meadows of Akkeshi-ko estuary and Akkeshi Bay, northern Japan. *Hydrobiologia* 592:345–358.

Yoklavich, M.M., Cailliet, G.M., Barry, J.P., Ambrose, D.A., Atrim, B.S.(2001). Temporal and Spatial Patterns in Abundance and Diversity of Fish Assemblages in Elkhorn Slough, California. *Estuaries* 14 (4): 465-480.

Ysebaert, T., Herman, P.M.J. , Meirec, P. , Craeymeersch, J. Verbeeke, H. , Heip, C.H.R.(2003). Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe- *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 335-355 pp.

Zariquiey Alvarez, R. (1968). “Crustaceos Decápodos Ibericos”. Barcelona, Tomo 32, 510 pp.

x

ANEXO I - Tabelas ANOSIM

Arrasto – Estação		
R=0,066, p=0,026		
Factor	R	P-level
Inverno X Primavera	-0,001	0,4
Inverno X Verão	0,115	0,022
Inverno X Outono	0,048	0,15
Primavera X Verão	0,106	0,02
Primavera X Outono	0,111	0,037
Verão X Outono	0,02	0,26

Arrasto - Local		
R=0,718 p=0,001		
Factor	R	P-level
A0 X A1	0,133	1,7
A0 X A2	0,907	0,1
A0 X A3	0,941	0,1
A0 X A4	0,931	0,1
A1 X A2	0,823	0,1
A1 X A3	0,882	0,1
A1 X A4	0,846	0,1
A2 X A3	0,745	0,1
A2 X A4	0,755	0,1
A3 X A4	0,46	0,1

Pn – Estação		
R=0,249, p=0,001		
Factor	R	P-level
Primavera X Verão	0,057	0,19
Primavera X Outono	0,206	0,01
Primavera X Inverno	0,355	0,001
Verão X Outono	0,192	0,026
Verão X Inverno	0,464	0,001
Outono X Inverno	0,239	0,008

Pn – Local		
R=0,222, p=0,001= (0,1%)		
Factor	R	P-level
Pn1 X Pn2	0,226	0,04
Pn1 X PnVinf	0,156	0,016
Pn2 X PnVinf	0,289	0,001

x

Arrasto x Pn		
(R=0,77, p=0,001).		
Factor	R	P-level
A0xPn1	0,999	0,1
A0xPn2	0,998	0,1
A0xPnvinf	0,99	0,1
A1xPn1	1	0,1
A1xPn2	0,995	0,1
A1xPnvinf	0,986	0,1
A2xPn1	1	0,1
A2xPn2	0,975	0,1
A2xPnvinf	0,993	0,1
A3xPn1	0,961	0,1
A3xPn2	0,937	0,1
A3xPnvinf	0,894	0,1
A4xPn1	0,671	0,1
A4xPn2	0,742	0,1
A4xPnvinf	0,45	0,1

x

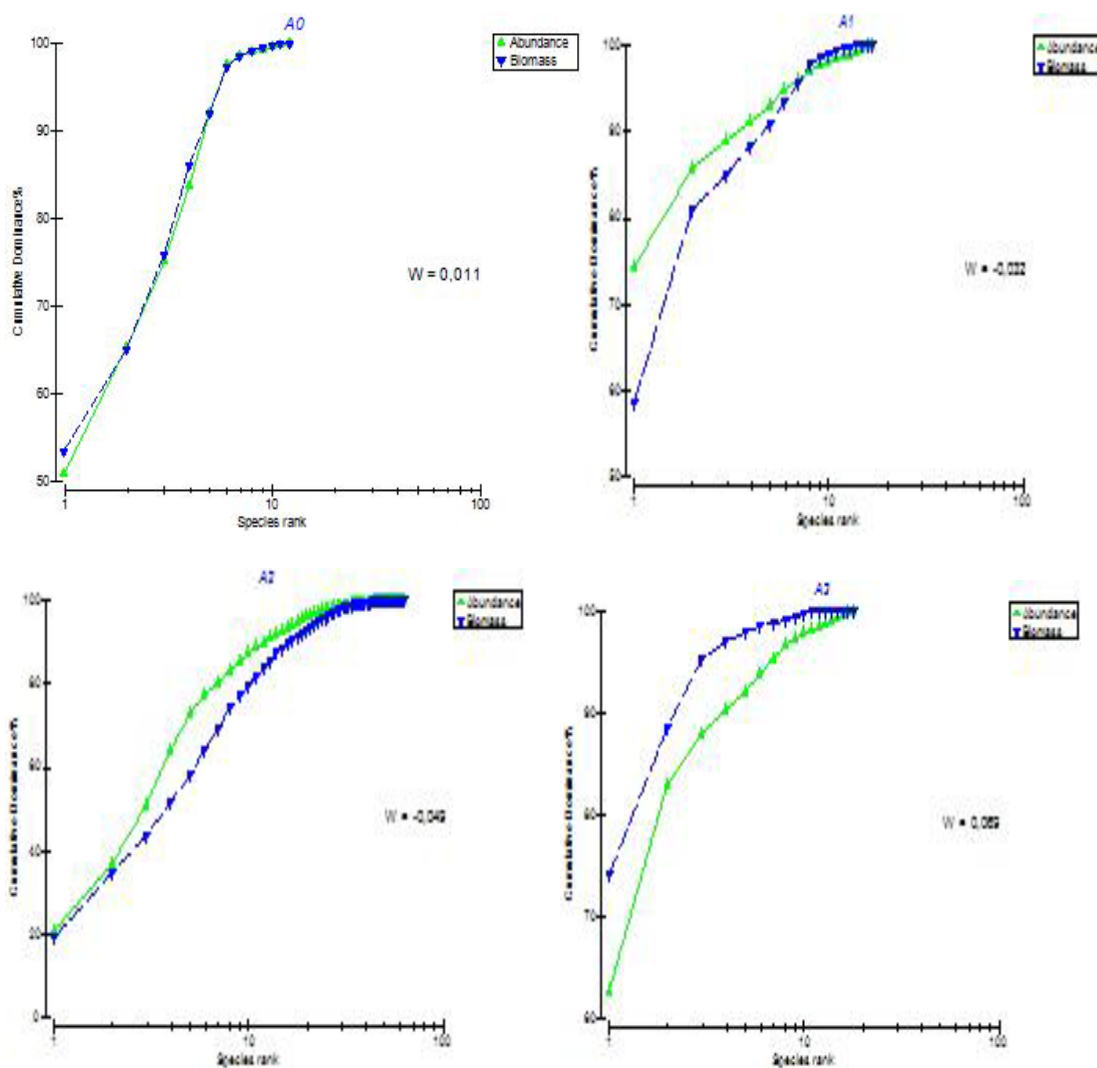
ANEXO II- Tabelas SIMPER da relação entre *Pushnet* e Arrasto de vara

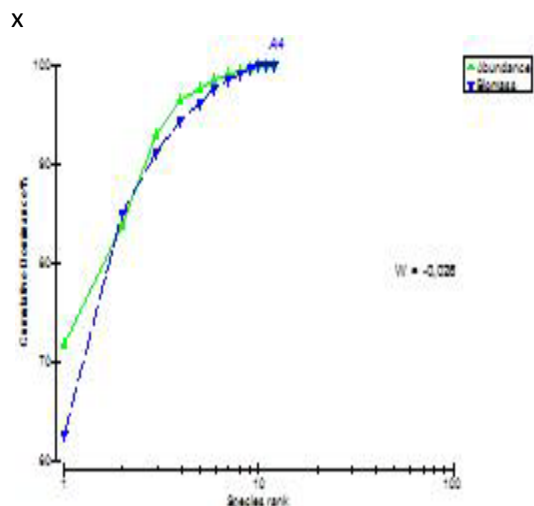
A0xPn1		A1xPn1		A2xPn1	
Dissimilaridade = 97,28		Dissimilaridade = 95,22		Dissimilaridade = 92,18	
Especie	% Contr	Especie	% Contr	Especie	% Contr
<i>Crangon crangon</i>	25,88	<i>Crangon crangon</i>	24,47	<i>Crangon crangon</i>	15,65
<i>Carcinus maenas</i>	11,82	<i>Carcinus maenas</i>	11,34	<i>Carcinus maenas</i>	6,84
<i>Palaemon serratus</i>	9,21	<i>Palaemon serratus</i>	8,61	<i>Palaemon serratus</i>	5,31
Total	46,91	Total	44,42	Total	27,8
A3xPn1		A4xPn1		A0xPn2	
Dissimilaridade = 87,85		Dissimilaridade = 78,62		Dissimilaridade = 97,29	
Especie	% Contr	Especie	% Contr	Especie	% Contr
<i>Crangon crangon</i>	20,43	<i>Crangon crangon</i>	21,52	<i>Hydrobia ulvae</i>	10,91
<i>M. exasperatus</i>	9,94	<i>Carcinus maenas</i>	9,47	<i>Crangon crangon</i>	10,16
<i>Carcinus maenas</i>	8,84	<i>Palaemon serratus</i>	8,15	<i>Rissoa membranacea</i>	8,82
Total	39,21	Total	39,14	Total	29,89
A1xPn2		A2xPn2		A3xPn2	
Dissimilaridade = 95,15		Dissimilaridade = 91,04		Dissimilaridade = 87,24	
Especie	% Contr	Especie	% Contr	Especie	% Contr
<i>Hydrobia ulvae</i>	10,7	<i>Hydrobia ulvae</i>	7,55	<i>Hydrobia ulvae</i>	10,28
<i>Crangon crangon</i>	9,48	<i>Crangon crangon</i>	6,47	<i>M. exasperatus</i>	8,47
<i>Rissoa membranacea</i>	8,67	<i>Rissoa membranacea</i>	6	<i>Rissoa membranacea</i>	8,46
Total	28,85	Total	20,02	Total	27,21
A4xPn2		A0xPnvinf		A1xPnvinf	
Dissimilaridade = 81,56		Dissimilaridade = 96,15		Dissimilaridade = 94,09	
Especie	% Contr	Especie	% Contr	Especie	% Contr
<i>Hydrobia ulvae</i>	11,6	<i>Crangon crangon</i>	21,19	<i>Crangon crangon</i>	18,89
<i>Rissoa membranacea</i>	9,49	<i>Carcinus maenas</i>	9,62	<i>Carcinus maenas</i>	9,02
<i>Mysidacea n. id.</i>	7,66	<i>P. macrophthalma</i>	7,8	<i>P. macrophthalma</i>	7,92
Total	28,75	Total	38,61	Total	35,83
A2xPnvinf		A3xPnvinf		A4xPnvinf	
Dissimilaridade = 92,70		Dissimilaridade = 85,95		Dissimilaridade = 73,75	
Especie	% Contr	Especie	% Contr	Especie	% Contr
<i>Crangon crangon</i>	9,13	<i>Microcosmus exasperatus</i>	15,18	<i>Crangon crangon</i>	15,18

X

<i>Ophiura ophiura</i>	6,72	<i>Crangon crangon</i>	13,48	<i>Carcinus maenas</i>	7,98
<i>M. exasperatus</i>	6,6	<i>Carcinus maenas</i>	6,7	<i>P. macrophthalma</i>	6,57
Total	22,45	Total	35,36	Total	29,73

ANEXO III - Curvas ABC sem *Microcosmos exasperatus*





Anexo IV- Variação biomassa *C. crangon*, *C. maenas*

-Tabela da variação da biomassa (g) da espécie *C. crangon*

	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro_2005
Sapal	0,06	0,16	0,16	0,07	0,06	0,05	0,083	0,155	0,235	0,277	0,088	0,313
Canal Principal	0,50	0,49	0,41	0,38	0,33	0,574	0,324	0,170	0,471	0,502	0,687	0,405

-Tabela da variação da biomassa (g) da espécie *C. maenas*

	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro_2005
Sapal	6,69	7,46	2,15	6,01	2,29	4,20	4,34	5,54	6,82	4,54	7,55	11,27
Canal Principal	9,31	12,55	15,46	11,78	3,11	0,87	1,32	1,04	14,27	21,58	12,81	10,84